



(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)



1-0030720

(51)⁷ C03C 25/24; G02B 6/44

(13) B

(21) 1-2016-03574

(22) 02/12/2015

(86) PCT/JP2015/083877 02/12/2015

(87) WO 2016/088801 09/06/2016

(30) 2014-245075 03/12/2014 JP

(45) 25/01/2022 406

(43) 25/01/2017 346A

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

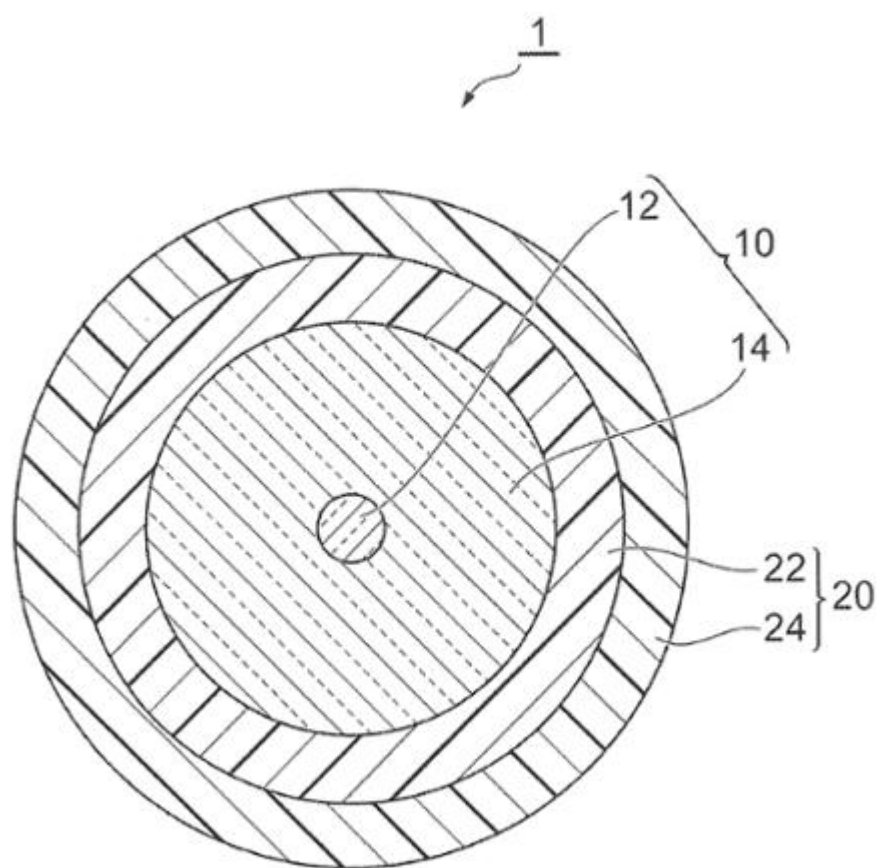
5-33, Kitahama 4-chome, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 541-0041 Japan

(72) TACHIBANA Kumiko (JP); FUJII Takashi (JP); IWAGUCHI Noriaki (JP).

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

(54) SỢI QUANG VÀ DẢI SỢI QUANG

(57) Sáng chế đề cập đến sợi quang bao gồm sợi thủy tinh, và lớp nhựa phủ bao bọc sợi thủy tinh này, lớp nhựa phủ có nhiều lớp, các lớp này bao gồm lớp thứ nhất tiếp xúc với sợi thủy tinh, và đường kính dài nhất ở nhiệt độ -40°C của khoảng trống được tạo nên ở lớp thứ nhất là 100% hoặc lớn hơn và 300% hoặc nhỏ hơn của đường kính dài nhất ở nhiệt độ 23°C của nó, hoặc đường kính dài nhất ở nhiệt độ -40°C của khoảng trống được tạo nên ở lớp thứ nhất là 100% hoặc lớn hơn và 600% hoặc nhỏ hơn của đường kính dài nhất ở nhiệt độ 23°C của nó, và mô đun Young của lớp thứ nhất là 0,3MPa hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến dải sợi quang.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến sợi quang và dải sợi quang.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nói chung, sợi quang có lớp phủ bảo vệ để bảo vệ sợi thủy tinh. Tài liệu sáng chế 1 mô tả sợi quang bao gồm lớp phủ sơ cấp và lớp phủ thứ cấp bao phủ sợi thủy tinh. Theo tài liệu này, bán kính ngoài, môđun Young, hệ số giãn nở tuyến tính và hệ số Poisson của lớp phủ sơ cấp được điều chỉnh để từ đó cho phép khoảng trống hoặc vết rạn xuất hiện trong lớp phủ sơ cấp, ngăn ngừa tổn thất truyền của sợi quang.

Ngoài ra, tài liệu sáng chế 2 mô tả sợi quang màu có hai lớp phủ: lớp phủ sơ cấp và lớp phủ thứ cấp; trong đó một trong số lớp phủ sơ cấp và lớp phủ thứ cấp được tạo màu để cả độ chống vi uôn và độ chống nước nóng được thỏa mãn.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1 JP 2004-59420 A

Tài liệu sáng chế 2 JP 2013-167762 A

Mặt khác, tổn thất truyền có xu hướng tăng lên ở nhiệt độ thấp ở vị trí lớp phủ của sợi thủy tinh co ngót, và do đó, sợi quang cần được giảm tổn thất truyền do sự thay đổi môi trường, như nhiệt độ chẳng hạn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất sợi quang trong đó sự tăng tổn thất truyền trong điều kiện môi trường nhiệt độ thấp được giảm.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Để khắc phục vấn đề nêu trên, sợi quang theo một phương án bao gồm sợi thủy tinh, và lớp nhựa phủ bao bọc sợi thủy tinh này, lớp nhựa phủ có nhiều lớp, các lớp này bao gồm lớp thứ nhất tiếp xúc với sợi thủy tinh, và đường kính dài nhất ở nhiệt độ -40°C của khoảng trống được tạo nên ở lớp thứ nhất là 100% hoặc lớn hơn và 300% hoặc nhỏ hơn của đường kính dài nhất ở nhiệt độ 23°C của nó.

Ngoài ra, để khắc phục vấn đề nêu trên, sợi quang theo một phương án bao gồm sợi thủy tinh, và lớp nhựa phủ bao bọc sợi thủy tinh này, lớp nhựa phủ có nhiều lớp, các lớp này bao gồm lớp thứ nhất tiếp xúc với sợi thủy tinh, đường kính dài nhất ở nhiệt độ -40°C của khoảng trống được tạo nên ở lớp thứ nhất là 100% hoặc lớn hơn và 600% hoặc nhỏ hơn của đường kính dài nhất ở nhiệt độ 23°C của nó, và môđun Young của lớp thứ nhất là 0,3MPa hoặc nhỏ hơn.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, có thể tạo ra sợi quang và dải sợi quang có lớp nhựa phủ trong đó, sự tăng tổn thất truyền trong điều kiện môi trường nhiệt độ thấp được giảm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt minh họa một ví dụ về sợi quang theo phương án của sáng chế.

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt minh họa một ví dụ về dải sợi quang theo phương án của sáng chế.

Fig.3 là hình vẽ phác họa mô tả khoảng trống có mặt trong lớp thứ nhất.

Mô tả chi tiết sáng chế

Mô tả sơ lược các phương án của sáng chế

Đầu tiên, nội dung của các phương án của sáng chế được nêu và được mô tả. Sợi quang theo một phương án của sáng chế bao gồm sợi thủy tinh, và lớp nhựa phủ bao bọc sợi thủy tinh này, lớp nhựa phủ có nhiều lớp, các lớp này bao gồm lớp thứ nhất tiếp xúc với sợi thủy tinh, và đường kính dài nhất ở nhiệt độ -40°C của khoảng trống được tạo nên ở lớp thứ nhất là 100% hoặc lớn hơn và 300% hoặc nhỏ hơn của đường kính dài nhất ở nhiệt độ 23°C của nó.

Ở sợi quang theo sáng chế, sự giãn nở của khoảng trống được tạo nên ở lớp thứ nhất được ngăn ngừa ngay cả ở nhiệt độ thấp -40°C , và do đó sự tăng tổn thất truyền trong điều kiện môi trường nhiệt độ thấp có thể được giảm.

Ở sợi quang này, môđun Young của lớp thứ nhất có thể là 0,8MPa hoặc nhỏ hơn ở nhiệt độ phòng. Do đó, đặc tính áp lực bên được tăng cường một cách dễ dàng.

Xét về việc làm giảm sự tăng tổn thất truyền trong điều kiện môi trường nhiệt độ thấp, số gia của tổn thất truyền ở nhiệt độ -40°C so với tổn thất truyền ở nhiệt độ 23°C ở sợi quang có thể là 0,05dB/km hoặc nhỏ hơn.

Lớp nhựa phủ có thể có lớp được tạo màu có độ dày 10 μ m hoặc lớn hơn. Do đó, sự tách lớp được tạo màu ra khỏi dải sợi quang có thể được ngăn ngừa.

Lớp nhựa phủ có thể chứa nguyên tố titan (Ti). Do đó, sự giảm mức độ hóa cứng của lớp nhựa phủ có thể được ngăn ngừa.

Lớp nhựa phủ may bao gồm hai lớp, lớp thứ nhất và lớp thứ hai tiếp xúc với lớp thứ nhất, và lớp thứ hai có thể được tạo màu. Do đó, sợi quang được phân biệt một cách dễ dàng.

Theo một khía cạnh, sợi quang theo sáng chế cũng có thể là sợi quang bao gồm sợi thủy tinh, và lớp nhựa phủ bao bọc sợi thủy tinh này, lớp nhựa phủ có nhiều lớp, các lớp này bao gồm lớp thứ nhất tiếp xúc với sợi thủy tinh, đường kính dài nhất ở nhiệt độ -40°C của khoảng trống được tạo nên ở lớp thứ nhất là 100% hoặc lớn hơn và 600% hoặc nhỏ hơn của đường kính dài nhất ở nhiệt độ 23°C của nó, và môđun Young của lớp thứ nhất là 0,3MPa hoặc nhỏ hơn.

Ở dải sợi quang theo một phương án của sáng chế, nhiều sợi quang song song với nhau và được bao phủ bởi vật liệu dải. Sợi quang theo sáng chế được sử dụng, và do đó, sự tăng tổn thất truyền trong điều kiện môi trường nhiệt độ thấp có thể được ngăn ngừa. Ngoài ra, không xuất hiện việc tách lớp được tạo màu trong thao tác bóc vật liệu dải khỏi dải sợi quang và lấy ra sợi quang.

Mô tả chi tiết các phương án của sáng chế

Các ví dụ cụ thể về sợi quang theo một phương án của sáng chế và phương pháp sản xuất nó được mô tả dưới đây có dựa vào các hình vẽ. Ở đây, được cho rằng sáng chế không giới hạn ở các ví dụ như vậy, mà được thể hiện bởi các điểm yêu cầu bảo hộ, và bao gồm tất cả các cải biến nằm trong ý nghĩa và phạm vi tương đương với các điểm yêu cầu bảo hộ. Trong phần mô tả dưới đây, thành phần giống nhau được biểu diễn bởi ký hiệu giống nhau trong phần mô tả và các hình vẽ, và sự mô tả lặp lại được bỏ qua.

Sợi

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt minh họa một ví dụ về sợi quang 1 theo phương án của sáng chế. Như được minh họa trên Fig.1, sợi quang 1 theo sáng chế bao gồm sợi thủy tinh 10 mà là thiết bị truyền quang và lớp nhựa phủ 20.

Sợi thủy tinh 10 có lõi 12 và vỏ bọc quang 14, và bao gồm thành phần thủy tinh, ví dụ, thủy tinh SiO₂. Sợi thủy tinh 10 truyền ánh sáng được đưa vào sợi quang 1. Lõi

12 được tạo nên ở, ví dụ, vùng bao gồm đường trục trung tâm của sợi thủy tinh 10. Lõi 12 bao gồm thủy tinh SiO_2 tinh khiết, hoặc có thể còn bao gồm GeO_2 , nguyên tố flo, và tương tự. Vỏ bọc quang 14 được tạo nên ở vùng bao quanh lõi 12. Vỏ bọc quang 14 có hệ số khúc xạ thấp hơn hệ số khúc xạ của lõi 12. Vỏ bọc quang 14 có thể bao gồm thủy tinh SiO_2 tinh khiết, hoặc có thể bao gồm thủy tinh SiO_2 mà nguyên tố flo được bổ sung vào đó.

Đường kính của sợi thủy tinh 10 thường là khoảng $125\mu\text{m}$. Tổng độ dày của lớp nhựa phủ 20 thường nằm trong khoảng từ 60 đến $70\mu\text{m}$, tốt hơn là $70\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là $65\mu\text{m}$. Đường kính ngoài của sợi quang 1 nằm trong khoảng từ 245 đến $265\mu\text{m}$, tốt hơn là $255\mu\text{m}$.

Lớp nhựa phủ 20 được cấu tạo từ nhiều lớp, và có ít nhất lớp thứ nhất 22 tiếp xúc với sợi thủy tinh và lớp thứ hai 24 tiếp xúc với lớp thứ nhất 22. Ví dụ, khi lớp nhựa phủ 20 bao gồm hai lớp, lớp nhựa phủ 20 được cấu tạo từ lớp nhựa sơ cấp làm lớp thứ nhất 22 và lớp nhựa thứ cấp làm lớp thứ hai 24, như được minh họa trên Fig. 1. Ở đây, số lớp của lớp nhựa phủ 20 là không giới hạn ở 2, và lớp thứ ba là lớp mực có thể cũng được tạo nên thêm trên bề mặt chu vi ngoài của lớp thứ hai 24.

Tốt hơn là lớp nhựa phủ 20 có lớp được tạo màu có độ dày $10\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn. Khi lớp nhựa phủ 20 bao gồm lớp thứ nhất 22 và lớp thứ hai 24, ít nhất một lớp có thể là lớp được tạo màu, và tốt hơn là lớp thứ hai 24 được tạo màu xét về sự tăng khả năng nhận biết của sợi quang 1.

Độ dày của lớp được tạo màu là $10\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến $70\mu\text{m}$, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 10 đến $50\mu\text{m}$, và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 20 đến $40\mu\text{m}$ xét về độ bền cơ học của sợi quang 1. Khi độ dày của lớp được tạo màu là $10\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn, có thể ngăn ngừa sự bong màu.

Độ dày của lớp thứ nhất 22 thường nằm trong khoảng từ 20 đến $50\mu\text{m}$, và khi lớp thứ nhất 22 là lớp được tạo màu, độ dày của lớp thứ nhất 22 là độ dày của lớp được tạo màu. Độ dày của lớp thứ hai 24 thường nằm trong khoảng từ 20 đến $40\mu\text{m}$, và khi lớp thứ hai 24 là lớp được tạo màu, độ dày của lớp thứ hai 24 là độ dày của lớp được tạo màu.

Lớp nhựa phủ 20 có thể được tạo nên bằng cách, ví dụ, hóa cứng hợp phần nhựa hóa cứng được bởi tia cực tím bao gồm oligome, monome và chất khơi mào sự quang polyme hóa.

Các ví dụ về oligome bao gồm các uretan (met)acrylat và các epoxy (met)acrylat. Oligome có thể được sử dụng ở dạng hỗn hợp của hai hoặc nhiều loại.

Các uretan (met)acrylat bao gồm các chất thu được bởi phản ứng của hợp chất polyol, hợp chất polyisoxyanat và hợp chất acrylat chứa nhóm hydroxyl. Các ví dụ về hợp chất polyol bao gồm polytetrametylen glycol, polypropylen glycol và sản phẩm cộng diol của bisphenol A-etylen oxit. Hợp chất polyisoxyanat bao gồm 2,4-tolylen diisoxyanat, 2,6-tolylen diisoxyanat và isophoron diisoxyanat. Các ví dụ về hợp chất acrylat chứa nhóm hydroxyl bao gồm 2-hydroxy (met)acrylat, 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 di(met)acrylat. Đối với epoxy (met)acrylat, ví dụ, hợp chất thu được bởi phản ứng của hợp chất epoxy và axit (met)acrylic có thể được sử dụng.

(Met)acrylat ở đây có nghĩa là acrylat, hoặc metacrylat tương ứng với nó. Điều tương tự cũng đúng với axit (met)acrylic.

Hàm lượng oligome tốt hơn là nằm trong khoảng từ 50 đến 90% theo khối lượng, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 35 đến 85% theo khối lượng dựa trên tổng lượng hợp phần nhựa hóa cứng được bởi tia cực tím.

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

Monome đơn chức bao gồm các monome N-vinyl có cấu trúc vòng, chẳng hạn, N-vinylpyrrolidon, N-vinylcaprolactam và (met)acryloylmorpholin; và các hợp chất (met)acrylat chẳng hạn, isobornyl (met)acrylat, trixyclodecanyl (met)acrylat, benzyl (met)acrylat, dicyclopentanyl (met)acrylat, 2-hydroxyetyl (met)acrylat, nonylphenyl (met)acrylat, phenoxyetyl (met)acrylat và polypropylen glycol mono(met)acrylat. Trong số các hợp chất này, monome N-vinyl có cấu trúc vòng được ưu tiên xét về sự gia tăng tốc độ hóa cứng.

Monome đa chức bao gồm polyetylen glycol di(met)acrylat, trixyclodecandiyl dimetylen di(met)acrylat, sản phẩm cộng diol của bisphenol A-etylen oxit di(met)acrylat, trimetylolpropan tri(met)acrylat, và tương tự.

Monome có thể được sử dụng ở dạng hỗn hợp của hai hoặc nhiều loại. Hàm lượng monome tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5 đến 45% theo khối lượng, tốt hơn nữa là 10 đến 30% theo khối lượng dựa trên tổng lượng hợp phần nhựa hóa cứng

được bởi tia cực tím.

Chất khơi mào sự quang polyme hóa có thể được chọn một cách thích hợp từ các chất khơi mào sự quang polyme hóa cơ bản, và được sử dụng, và các ví dụ bao gồm chất khơi mào loại axyl photphin oxit và chất khơi mào loại axetophenon.

Chất khơi mào loại axyl photphin oxit bao gồm 2,4,6-trimetylbenzoyl diphenylphotphin oxit (do BASF SE sản xuất dưới tên thương mại "Lucirin TPO"), 2,4,4-trimethylpentyl photphin oxit, 2,4,4-trimetylbenzoyl diphenylphosphinoxit, và tương tự.

Chất khơi mào loại axetophenon bao gồm 1-hydroxyxyclohexan-1-yl phenyl keton (do BASF SE sản xuất dưới tên thương mại "Irgacure 184"), 2-hydroxy-2-metyl-1-phenyl-propan-1-on (do BASF SE sản xuất dưới tên thương mại "Darocure 1173"), 2,2-dimetoxy-1,2-diphenyletan-1-on (do BASF SE sản xuất dưới tên thương mại "Irgacure 651"), 2-metyl-1-(4-metylthiophenyl)-2-morpholinopropan-1-on (do BASF SE sản xuất dưới tên thương mại "Irgacure 907"), 2-benzyl-2-dimethylamino-1-(4-morpholinophenyl)-butanon-1 (do BASF SE sản xuất dưới tên thương mại "Irgacure 369"), 1-hydroxyxyclohexyl phenyl keton, 2,2-dimetoxy-2-phenylaxetophenon, 1-(4-isopropylphenyl)-2-hydroxy-2-metylpropan-1-on, và tương tự.

Chất khơi mào sự quang polyme hóa có thể được sử dụng ở dạng hỗn hợp của hai hoặc nhiều loại. Hàm lượng chất khơi mào sự quang polyme hóa tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 10% theo khối lượng, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,3 đến 7% theo khối lượng dựa trên tổng lượng hợp phần nhựa hóa cứng được bởi tia cực tím.

Tốt hơn là lớp nhựa phủ chứa nguyên tố titan, và tốt hơn nữa là lớp nhựa đóng vai trò là lớp được tạo màu chứa titan oxit. Hợp phần nhựa hóa cứng được bởi tia cực tím chứa titan oxit có thể được sử dụng để từ đó tạo thành lớp được tạo màu có mức độ hóa cứng bởi bức xạ cực tím cao, và dễ dàng ngăn ngừa sự thay đổi màu của lớp được tạo màu theo thời gian. Hơn nữa, sự giảm mức độ hóa cứng của lớp được tạo màu có thể cũng được ngăn ngừa để từ đó nâng cao độ chống nước nóng của dải sợi quang. Nguyên nhân của điều này là do titan oxit trong lớp nhựa phân tán ánh sáng cực tím. Hàm lượng nguyên tố Ti trong lớp nhựa phủ tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,06 đến 1,8% theo khối lượng, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,12 đến 0,90% theo khối

lượng. Tốt hơn là được trộn sao cho hàm lượng titan oxit được bổ sung vào lớp nhựa phủ nằm trong khoảng từ 0,1 đến 3% theo khối lượng, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,2 đến 1,5% theo khối lượng dựa trên tổng khối lượng của lớp nhựa phủ 20. Hàm lượng nguyên tố titan trong lớp nhựa phủ có thể được xác định bởi phép đo plasma kết hợp cảm ứng cao tần (high-frequency inductively coupled plasma, viết tắt là ICP).

Tốt hơn là lớp được tạo màu chứa chất màu xét về sự tăng khả năng nhận biết của sợi quang. Chất màu bao gồm các chất tạo màu, chẳng hạn, muối than, titan oxit và bột mịn kẽm, các bột từ tính, chẳng hạn, $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, tinh thể hỗn hợp của $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ và $\gamma\text{-Fe}_3\text{O}_4$, CrO_2 , coban ferit, sắt oxit mà coban dính chặt vào đó, bari ferit, Fe-Co và Fe-Co-Ni, và các chất màu vô cơ, chẳng hạn, MIO, kẽm cromat, stronti cromat, aluminum tripolyphosphat, kẽm, nhôm oxit, thủy tinh và mica. Ngoài ra, chất màu hữu cơ chẳng hạn, chất màu loại azo, chất màu loại phtaloxyanin, hoặc chất nhuộm màu đỏ tía có thể cũng được sử dụng. Chất màu có thể được trải qua các cách xử lý khác nhau chẳng hạn, sự thay đổi bề mặt và tạo thành chất màu phức hợp. Chất màu có thể là tốt hơn là được bổ sung để được chứa với hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 5% theo khối lượng, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,12 đến 3,2% theo khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của lớp nhựa phủ 20. Tốt hơn là chất màu được chứa với lượng nằm trong khoảng từ 0,12 đến 0,99% theo khối lượng dựa trên tổng khối lượng của lớp nhựa phủ 20 xét về sự cải thiện khả năng hóa cứng của lớp nhựa phủ 20.

Đối với phương pháp tạo ra lớp nhựa phủ 20 trên sợi thủy tinh 10, phương pháp mà thường được sử dụng để sản xuất sợi quang có thể được áp dụng.

Ví dụ, lớp nhựa phủ 20 được tạo nên bằng cách phủ lên vỏ bọc quang 14 hợp phần nhựa hóa cứng được, và hóa cứng hợp phần nhựa hóa cứng được này nhờ chiếu ánh sáng cực tím.

Khi lớp nhựa phủ 20 có lớp thứ nhất 22 và lớp thứ hai 24, hệ thống (hệ thống tạo màu mảnh và sắc (wet-on-dry)) có thể được sử dụng, trong đó, vỏ bọc quang 14 được phủ bởi hợp phần nhựa hóa cứng được để tạo ra lớp thứ nhất, hợp phần này được hóa cứng nhờ chiếu ánh sáng cực tím để tạo ra lớp thứ nhất 22, và sau đó lớp thứ nhất 22 được phủ bởi hợp phần nhựa hóa cứng được để tạo ra lớp thứ hai và hợp phần này được hóa cứng nhờ chiếu ánh sáng cực tím để tạo ra lớp thứ hai 24. Ngoài ra, hệ thống (hệ thống tạo loang màu (wet-on-wet)) có thể được sử dụng, trong đó vỏ bọc

quang 14 được phủ bởi hợp phần nhựa hóa cứng được để tạo thành lớp thứ nhất và sau đó được phủ bởi hợp phần nhựa hóa cứng được để tạo thành lớp thứ hai, và các hợp phần này được hóa cứng một cách đồng thời nhờ chiếu ánh sáng cực tím để tạo ra lớp thứ nhất 22 và lớp thứ hai 24.

Môđun Young của lớp thứ nhất 22 tốt hơn là 1MPa hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,8MPa hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,4MPa hoặc nhỏ hơn ở nhiệt độ phòng. Giới hạn dưới của môđun Young của lớp thứ nhất 22 là không giới hạn cụ thể, và là khoảng 0,05MPa. Môđun Young của lớp thứ hai 24 tốt hơn là nằm trong khoảng từ 500 đến 1000MPa, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 700 đến 900MPa. Trong phần mô tả này, nhiệt độ phòng được coi là 23°C.

Ví dụ về sự kết hợp của môđun Young của lớp thứ nhất và môđun Young của lớp thứ hai có thể là các sự kết hợp khác nhau của môđun Young của lớp thứ nhất và môđun Young của lớp thứ hai trong các khoảng sau đây: lớp thứ nhất là 0,05MPa và lớp thứ hai là 1000MPa, lớp thứ nhất là 1MPa và lớp thứ hai là 500MPa, lớp thứ nhất là 0,1MPa và lớp thứ hai là 900MPa, lớp thứ nhất là 0,2MPa và lớp thứ hai là 800MPa, lớp thứ nhất là 0,3MPa và lớp thứ hai là 700MPa, và tương tự.

Tỷ số của đường kính dài nhất ở nhiệt độ -40°C so với đường kính dài nhất ở nhiệt độ 23°C của khoảng trống được tạo nên ở lớp thứ nhất của sợi quang theo sáng chế thay đổi tùy thuộc vào sợi quang bởi vì việc thay đổi tùy thuộc vào hợp phần nhựa, các điều kiện sản xuất (lượng bức xạ cực tím, nhiệt độ trong khi hóa cứng, sức căng khi kéo sợi, và tương tự), các điều kiện bảo quản, và tương tự. Tỷ số đường kính dài nhất của khoảng trống thay đổi tùy thuộc vào lịch sử sản xuất và các điều kiện bảo quản ngay cả trong trường hợp cùng loại nhựa, và không thể được đưa vào theo cách khác chỉ bởi hợp phần nhựa.

Đường kính dài nhất ở nhiệt độ -40°C của khoảng trống có mặt (được tạo nên) trong lớp thứ nhất của sợi quang 1 theo sáng chế là 100% hoặc lớn hơn và 300% hoặc nhỏ hơn của đường kính dài nhất ở nhiệt độ 23°C của nó, và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 100 đến 250% xét về việc giảm hơn nữa sự tăng tổn thất truyền trong điều kiện môi trường nhiệt độ thấp.

Ngoài ra, khi môđun Young của lớp thứ nhất là 0,3MPa hoặc nhỏ hơn ở sợi quang 1 theo sáng chế, sự tăng tổn thất truyền trong điều kiện môi trường nhiệt độ thấp có thể được giảm ngay cả khi đường kính dài nhất ở nhiệt độ -40°C của khoảng trống được tạo nên ở lớp thứ nhất là 100% hoặc lớn hơn và 600% hoặc nhỏ hơn của đường

kính dài nhất ở nhiệt độ 23°C của nó.

Dải sợi quang

Sợi quang theo sáng chế có thể được sử dụng để sản xuất dải sợi quang. Fig.2 là hình vẽ mặt cắt của dải sợi quang 100 theo phương án của sáng chế. Dải sợi quang 100 được minh họa trong hình vẽ này là dải sợi quang mà trong đó nhiều (trong trường hợp này là 4) sợi quang 1 được sắp xếp song song với nhau và được hợp nhất lại bởi vật liệu dải 40. Vật liệu dải 40 được tạo nên bởi, ví dụ, nhựa epoxy acrylat, nhựa uretan acrylat hoặc tương tự. Dải sợi quang như vậy có thể cho phép sự tăng tổn thất truyền trong điều kiện môi trường nhiệt độ thấp được giảm. Ngoài ra, dải sợi quang có thể cho phép sợi quang được phân biệt một cách dễ dàng trong thao tác nhằm bóc vật liệu dải khỏi dải sợi quang và lấy ra sợi quang, mà không xảy ra bất kỳ sự bong màu nào.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, sáng chế được mô tả chi tiết dựa vào các ví dụ, nhưng sáng chế là không giới hạn ở các ví dụ này.

Điều chế hợp phần nhựa

Oligome

Polypropylen glycol có trọng lượng phân tử trung bình số là 3000 được cho phản ứng với 2,4-tolylen diisoxyanat và 2-hydroxyetyl acrylat, để nhờ đó chuẩn bị mỗi uretan acrylat oligome được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1

Uretan acrylat oligome	a	b	c
Oligome không phản ứng ở một đầu (% theo khối lượng)	20	40	100
Oligome phản ứng ở cả hai đầu (% theo khối lượng)	80	60	0

Oligome không phản ứng ở một đầu có cấu trúc được biểu diễn bởi "H-T-polypropylen glycol-T-MeOH", và oligome phản ứng ở cả hai đầu có cấu trúc được biểu diễn bởi "H-T-polypropylen glycol-T-H". Trong các ký hiệu của các oligome, "H" là phần 2-hydroxyetyl acrylat, "T" là phần 2,4-tolylen diisoxyanat, "MeOH" là phần metanol, và "polypropylen glycol" là phần polypropylen glycol.

Ví dụ điều chế 1

Hỗn hợp gồm 75 phần theo khối lượng của uretan acrylat oligome a dưới dạng oligome, 10 phần theo khối lượng của N-vinylcaprolactam dưới dạng monome, 3 phần theo khối lượng của 2,4,6-trimetylbenzoyl diphenylphosphin oxit (Lucirin TPO) dưới dạng chất khơi mào sự quang polyme hóa và 1 phần theo khối lượng của chất tạo liên kết silan, để điều chế hợp phần nhựa A1.

Ví dụ điều chế 2

Hợp phần nhựa A2 được điều chế theo cách giống như ở ví dụ điều chế 1 ngoại trừ việc oligome được thay bằng uretan acrylat oligome b.

Ví dụ điều chế 3

Hợp phần nhựa A3 được điều chế theo cách giống như ở ví dụ điều chế 1 ngoại trừ việc oligome được thay bằng uretan acrylat oligome c.

Ví dụ điều chế 4

Hỗn hợp gồm 50 phần theo khối lượng của uretan acrylat oligome thu được bởi phản ứng của 2,4-tolylene diisoxyanat và 2-hydroxyethyl acrylat với polypropylen glycol có trọng lượng phân tử trung bình số là 1000, dưới dạng oligome, 25 phần theo khối lượng của epoxy diacrylat và 15 phần theo khối lượng của 2-ethylhexyl acrylat dưới dạng các monome, và 3 phần theo khối lượng của 1-hydroxycyclohexan-1-yl phenyl keton (Irgacure 184) dưới dạng chất khơi mào sự quang polyme hóa, để điều chế hợp phần nhựa B.

Ví dụ điều chế 5

Đồng phthaloxyanin dưới dạng thuốc nhuộm màu được trộn với hợp phần nhựa B nêu trên sao cho hàm lượng của nó là 0,2% theo khối lượng dựa trên tổng khối lượng của lớp nhựa phủ, để điều chế hợp phần nhựa C.

Ví dụ điều chế 6

Đồng phthaloxyanin và titan oxit dưới dạng các thuốc nhuộm màu được trộn với hợp phần nhựa B nêu trên sao cho các hàm lượng của chúng lần lượt là 0,2% theo khối lượng và 0,9% theo khối lượng dựa trên tổng khối lượng của lớp nhựa phủ, để điều chế hợp phần nhựa D.

Sợi quang

Ví dụ 1

Lớp thứ nhất (lớp nhựa sơ cấp) có độ dày $35\mu\text{m}$ được tạo nên ở chu vi ngoài của sợi thủy tinh có đường kính $125\mu\text{m}$, sợi được cấu tạo từ lõi và vỏ bọc quang, nhờ sử dụng hợp phần nhựa A1, và lớp thứ hai (lớp nhựa thứ cấp) có độ dày $25\mu\text{m}$ được tạo nên thêm ở chu vi ngoài của sản phẩm tạo thành nhờ sử dụng hợp phần nhựa B, để thu được sợi quang có đường kính $245\mu\text{m}$. Vận tốc tuyến tính là 1000m/phút .

Ví dụ 2

Sợi quang được tạo ra bởi quy trình giống như ở ví dụ 1 ngoại trừ việc lớp thứ nhất được tạo nên nhờ sử dụng hợp phần nhựa A2.

Ví dụ 3

Sợi quang được tạo ra bởi quy trình giống như ở ví dụ 1 ngoại trừ việc lớp thứ nhất được tạo nên nhờ sử dụng hợp phần nhựa A3 và vận tốc tuyến tính là 500m/phút .

Ví dụ 4

Sợi quang được tạo ra bởi quy trình giống như ở ví dụ 1 ngoại trừ việc lớp thứ nhất được tạo nên nhờ sử dụng hợp phần nhựa A3.

Ví dụ 5

Sợi quang được tạo ra bởi quy trình giống như ở ví dụ 1 ngoại trừ việc vận tốc tuyến tính là 500m/phút .

Ví dụ 6

Lớp thứ nhất (lớp nhựa sơ cấp) có độ dày $35\mu\text{m}$ được tạo nên trên sợi thủy tinh có đường kính $125\mu\text{m}$, sợi được cấu tạo từ lõi và vỏ bọc quang, nhờ sử dụng hợp phần nhựa A1, và lớp thứ hai (lớp nhựa thứ cấp) có độ dày $25\mu\text{m}$ được tạo nên thêm ở chu vi của sản phẩm tạo thành nhờ sử dụng hợp phần nhựa B. Vận tốc tuyến tính là 1000m/phút . Sản phẩm thu được được cuộn ngay lập tức, và sau đó, khi sợi quang lại được tháo ra, lớp mực (lớp được tạo màu) có độ dày $5\mu\text{m}$ được tạo nên ở chu vi ngoài của lớp thứ hai nhờ sử dụng hợp phần nhựa C trong máy tạo màu, nhờ đó tạo ra sợi quang có đường kính $255\mu\text{m}$.

Ví dụ 7

Sợi quang được tạo ra bởi quy trình giống như ở ví dụ 1 ngoại trừ việc lớp thứ nhất (lớp nhựa sơ cấp) có độ dày $55\mu\text{m}$ được tạo nên nhờ sử dụng hợp phần nhựa A1

và lớp thứ hai (lớp được tạo màu) có độ dày $10\mu\text{m}$ được tạo nên nhờ sử dụng hợp phần nhựa D.

Ví dụ 8

Sợi quang được tạo ra bởi quy trình giống như ở ví dụ 1 ngoại trừ việc lớp thứ nhất (lớp nhựa sơ cấp) có độ dày $55\mu\text{m}$ được tạo nên nhờ sử dụng hợp phần nhựa A1 và lớp thứ hai (lớp được tạo màu) có độ dày $10\mu\text{m}$ được tạo nên nhờ sử dụng hợp phần nhựa C.

Ví dụ 9

Sợi quang được tạo ra bởi quy trình giống như ở ví dụ 1 ngoại trừ việc lớp thứ nhất được tạo nên nhờ sử dụng hợp phần nhựa A2 và vận tốc tuyến tính là 2000m/phút .

Ví dụ so sánh 1

Sợi quang được tạo ra bởi quy trình giống như ở ví dụ 1 ngoại trừ việc vận tốc tuyến tính là 2000m/phút .

Đánh giá sợi quang

Mỗi sợi quang được tạo ra được đánh giá như sau. Các kết quả đánh giá được thể hiện trong bảng 2.

Hàm lượng nguyên tố titan trong nhựa phủ

10ml axit sulfuric và 5ml axit nitric được bổ sung vào $0,2\text{g}$ sợi quang (bao gồm $0,12\text{g}$ nhựa phủ), sợi nhận được được làm ấm trong thời gian 10 phút sau khi tạo ra khói trắng, sau đó 1ml axit pecloric được bổ sung vào đó và được làm ấm cho đến khi phần không hòa tan biến mất, và sau đó hàm lượng titan (Ti) được đo bởi ICP.

Môđun Young

Môđun Young của lớp thứ nhất của sợi quang ở nhiệt độ phòng (23°C) được đo bởi phương pháp môđun Pullout (Pullout Modulus, viết tắt là POM). Hai vị trí của sợi quang được cố định bởi hai dụng cụ kẹp, và phần lớp nhựa phủ giữa hai dụng cụ kẹp được tháo ra. Tiếp theo, một trong hai dụng cụ kẹp được cố định, và dụng cụ kẹp còn lại được dịch chuyển vừa phải theo hướng ra xa dụng cụ kẹp được cố định. Nếu độ dài của phần sợi quang, phần được kẹp bởi dụng cụ kẹp được dịch chuyển, được ký hiệu là L , lượng dịch chuyển của kẹp được ký hiệu là Z , đường kính ngoài của lớp thứ nhất được ký hiệu là D_p , đường kính ngoài của sợi thủy tinh được ký hiệu là D_f , hệ số

Poisson của lớp thứ nhất được ký hiệu là n và tải trọng dịch chuyển dụng cụ kẹp được ký hiệu là W , mô đun Young của lớp thứ nhất (giá trị POM) được xác định từ công thức sau.

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

Tỷ lệ thay đổi của khoảng trống

Sợi quang được cạo xát bởi con lăn trong khi trọng lượng được điều chỉnh, và khoảng trống được tạo nên trong lớp thứ nhất sao cho đường kính dài nhất của khoảng trống ở nhiệt độ 23°C là khoảng 5μm. Sợi quang được nhúng trong dầu tói, và mặt bên của sợi quang được quan sát nhờ sử dụng kính hiển vi và bàn soi điều khiển được nhiệt độ. Fig.3 là hình vẽ phác họa để mô tả khoảng trống 30 có mặt trong lớp thứ nhất 22. Đầu tiên, đường kính dài nhất a_1 của khoảng trống 30 được đo ở nhiệt độ bàn soi là 23°C. Tiếp theo, nhiệt độ bàn soi được thay đổi tới -40°C và được để trong thời gian 2 tiếng sau khi đạt đến -40°C, và sau đó đường kính dài nhất a_2 của khoảng trống 30 được đo lại để xác định tỷ lệ thay đổi từ công thức sau đây.

$$\text{Tỷ lệ thay đổi (\%)} = (\text{đường kính dài nhất của khoảng trống ở nhiệt độ } -40^\circ\text{C}) / (\text{đường kính dài nhất của khoảng trống ở nhiệt độ } 23^\circ\text{C}) \times 100$$

Sự tăng tổn thất ở nhiệt độ thấp

Tổn thất truyền của sợi quang mà áp lực chèn 2kg được áp dụng lên sợi đó được đo ở nhiệt độ 23°C, sau đó sợi quang này được giữ ở nhiệt độ -40°C trong thời gian 2 tiếng, và tổn thất truyền được đo. Sự tăng tổn thất truyền ánh sáng ở bước sóng 1550nm, của sợi quang sau khi được giữ ở nhiệt độ -40°C, được xác định khi so sánh với độ truyền dẫn ánh sáng trước khi được giữ ở nhiệt độ -40°C. Ở bảng 2, trường hợp mà sự tăng tổn thất truyền lớn hơn 0,05dB/km được xếp loại "B", và trường hợp mà sự tăng này là 0,05dB/km hoặc nhỏ hơn được xếp loại "A".

Đặc tính áp lực bên

Sợi quang được thử nghiệm được cuốn một lớp lên lõi có đường kính 280 mm và bề mặt của lõi được bao phủ bằng giấy nhám và lõi có cùng đường kính và bề mặt của lõi này không được bao phủ bằng giấy nhám, và tổn thất truyền của ánh sáng ở bước sóng 1550nm được đo bởi phương pháp đo phản xạ miền thời gian quang (Optical Time Domain Reflectometer, viết tắt là OTDR). Đối với sợi quang được thử nghiệm, sử dụng là sợi quang kiểu đơn theo G652, sợi có MFD1 (đường kính trường kiểu (mode field diameter)) là 10,4μm. Tổn thất được đo được sử dụng để tính toán $\Delta\alpha$ bởi

công thức sau đây. Ở Bảng 2, trường hợp mà $\Delta\alpha$ là 0,3dB/km hoặc lớn hơn được xếp loại "A", trường hợp mà $\Delta\alpha$ lớn hơn 0,3dB/km và 0,5dB/km hoặc nhỏ hơn được xếp loại "B", và trường hợp mà $\Delta\alpha$ lớn hơn 0,5dB/km được xếp loại "C".

$$\Delta\alpha \text{ (dB/km)} = \text{tổn thất (có giấy nhám)} - \text{tổn thất (không có giấy nhám)}$$

Dải sợi quang

Bốn sợi quang được chuẩn bị để tạo ra dải sợi quang được minh họa trên Fig.2.

Để làm vật liệu dải của dải sợi quang, hợp phần nhựa được sử dụng, trong đó, 18 phần theo khối lượng của uretan acrylat thu được bởi phản ứng của 1mol sản phẩm cộng diol của bisphenol A-etylen oxit, 2mol tolylen diisoxyanat và 2mol hydroxyetyl acrylat, 10 phần theo khối lượng của uretan acrylat thu được bởi phản ứng của 1mol polytetrametylen glycol, 2mol tolylen diisoxyanat và 2mol hydroxyetyl acrylat, 15 phần theo khối lượng của trixyclodecan diacrylat thu được bởi phản ứng của 1mol tolylen diisoxyanat và 2mol hydroxyetyl acrylat, 10 phần theo khối lượng của N-vinylpyrrolidon, 10 phần theo khối lượng của isobornyl acrylat, 5 phần theo khối lượng của sản phẩm cộng diol diacrylat của bisphenol A-etylen oxit, 0,7 phần theo khối lượng của 2-metyl-1-[4-(metylthio)phenyl]-2-morpholino-propan-1-on (Irgacure 907 được sản xuất bởi Chiba Speciality Chemicals Co. Ltd.), và 1,3 phần theo khối lượng của 2,4,6-trimetylbenzoyldiphenyl photphin oxit (Lucirin TPO, được sản xuất bởi BASF SE) được trộn.

Sự tăng tổn thất trong nước nóng

Dải sợi quang được nhúng trong nước nóng ở nhiệt độ 60°C trong thời gian 30 ngày, và tổn thất truyền ở bước sóng 1,55μm được đo trước khi nhúng và ở thời điểm 30 ngày sau khi nhúng bởi phương pháp OTDR. Mức tổn thất được đo được sử dụng để tính sự tăng tổn thất trong nước nóng ($\Delta\alpha$) bởi công thức sau đây. Ở bảng 2, trường hợp mà $\Delta\alpha$ là 0,05dB/km hoặc nhỏ hơn được xếp loại "A", và trường hợp mà $\Delta\alpha$ lớn hơn 0,05dB/km được xếp loại "B".

$$\Delta\alpha \text{ (dB/km)} = \text{tổn thất (sau khi nhúng trong nước nóng ở nhiệt độ 60°C trong thời gian 30 ngày)} - \text{tổn thất (trước khi nhúng)}$$

Sự bong màu

Dải sợi quang được làm thoái hóa trong điều kiện môi trường 85°C/85% RH (nơi tối) trong thời gian 30 ngày, và sau đó sợi quang được lấy theo từng sợi đơn từ dải sợi quang theo Telcordia GR-20 5.3.1. Việc xuất hiện sự bong tróc lớp được tạo màu hoặc

lớp mực ở đây đã được đánh giá. Ở bảng 2, trường hợp mà không có sự bong tróc được quan sát được xếp loại "A", và trường hợp mà sự bong tróc được quan sát được xếp loại "B". Các sợi không có lớp được tạo màu không được thử nghiệm.

Bảng 2

	Ví dụ									Ví dụ so sánh
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
Số lớp của lớp nhựa phủ	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2
Độ dày của lớp được tạo màu (μm)	-	-	-	-	-	5	10	10	-	-
Hàm lượng titan (% theo khối lượng)	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0
Hợp phần nhựa của lớp thứ nhất	A1	A2	A3	A3	A1	A1	A1	A1	A2	A1
Vận tốc tuyến tính (m/phút)	1000	1000	500	1000	500	1000	1000	1000	2000	2000
Môđun Young của lớp thứ nhất (MPa)	0,8	0,6	0,15	0,05	1,0	0,8	0,8	0,6	0,3	0,5
Tỷ lệ thay đổi của khoảng trống (%)	110	150	250	300	100	110	120	200	600	350
Sự tăng tổn thất ở nhiệt độ thấp	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B
Đặc tính áp lực bên	B	B	A	A	C	B	B	B	B	B
Sự tăng tổn thất trong nước nóng	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B
Sự bong màu	-	-	-	-	-	B	A	A	-	-

Tất cả các sợi quang được tạo ra ở các ví dụ được xác nhận là ít tăng tổn thất

truyền trong điều kiện môi trường nhiệt độ thấp. Ngược lại, tỷ lệ thay đổi của đường kính dài nhất của khoảng trống là hơn 300% ở ví dụ so sánh 1, và sự tăng tổn thất ở nhiệt độ thấp được xếp loại "B" và là tương đối lớn. Ở đây, lý do tại sao đặc tính áp lực bên được xếp loại "C" ở ví dụ 5 được cho là do môđun Young của lớp thứ nhất là tương đối cao, đến 1,0MPa. Ở ví dụ 1 mà môđun Young của lớp thứ nhất là 0,8MPa, đặc tính áp lực bên được xếp loại "B" và đã được cải thiện.

Danh mục các số chỉ dẫn

1: sợi quang, 10: sợi thủy tinh, 12: lõi, 14: vỏ bọc quang, 20: lớp nhựa phủ, 22: lớp thứ nhất, 24: lớp thứ hai, 30: khoảng trống, 40: vật liệu dải, và 100: dải sợi quang.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Sợi quang bao gồm sợi thủy tinh và lớp nhựa phủ bao bọc sợi thủy tinh này;

lớp nhựa phủ có nhiều lớp, và là sản phẩm được lưu hóa của hợp phần nhựa lưu hóa được bằng tia cực tím bao gồm uretan (met)acrylat oligome, monome, và chất khởi tạo quang polyme hóa, và

các lớp bao gồm lớp thứ nhất tiếp xúc với sợi thủy tinh, trong đó, đường kính dài nhất ở nhiệt độ -40°C của khoảng trống được tạo nên ở lớp thứ nhất là 100% hoặc lớn hơn và 300% hoặc nhỏ hơn của đường kính dài nhất ở nhiệt độ 23°C của nó, môđun Young của lớp thứ nhất là 0,8MPa hoặc nhỏ hơn ở nhiệt độ phòng, và độ dày của lớp thứ nhất nằm trong khoảng từ 20 đến $50\mu\text{m}$.

2. Sợi quang bao gồm sợi thủy tinh và lớp nhựa phủ bao bọc sợi thủy tinh này;

lớp nhựa phủ có nhiều lớp, và là sản phẩm được lưu hóa của hợp phần nhựa lưu hóa được bằng tia cực tím bao gồm uretan (met)acrylat oligome, monome, và chất khởi tạo quang polyme hóa, và độ dày của lớp thứ nhất nằm trong khoảng từ 20 đến $50\mu\text{m}$

các lớp bao gồm lớp thứ nhất tiếp xúc với sợi thủy tinh, trong đó, đường kính dài nhất ở nhiệt độ -40°C của khoảng trống được tạo nên ở lớp thứ nhất là 100% hoặc lớn hơn và 600% hoặc nhỏ hơn của đường kính dài nhất ở nhiệt độ 23°C của nó, môđun Young của lớp thứ nhất là 0,3MPa hoặc nhỏ hơn.

3. Sợi quang theo điểm 1 hoặc 2, trong đó, số gia của tổn thất truyền ở nhiệt độ -40°C so với tổn thất truyền ở nhiệt độ 23°C là 0,05 dB/km hoặc nhỏ hơn.

4. Sợi quang theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó, lớp nhựa phủ có lớp được tạo màu có độ dày là $10\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn.

5. Sợi quang theo điểm 4, trong đó, lớp được tạo màu chứa nguyên tố titan.

6. Sợi quang theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó, lớp nhựa phủ bao gồm hai lớp, lớp thứ nhất và lớp thứ hai tiếp xúc với lớp thứ nhất, và lớp thứ hai được tạo màu.

7. Dải sợi quang, trong đó các sợi quang theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 6 song song với nhau và được bao phủ bởi vật liệu dạng dải.

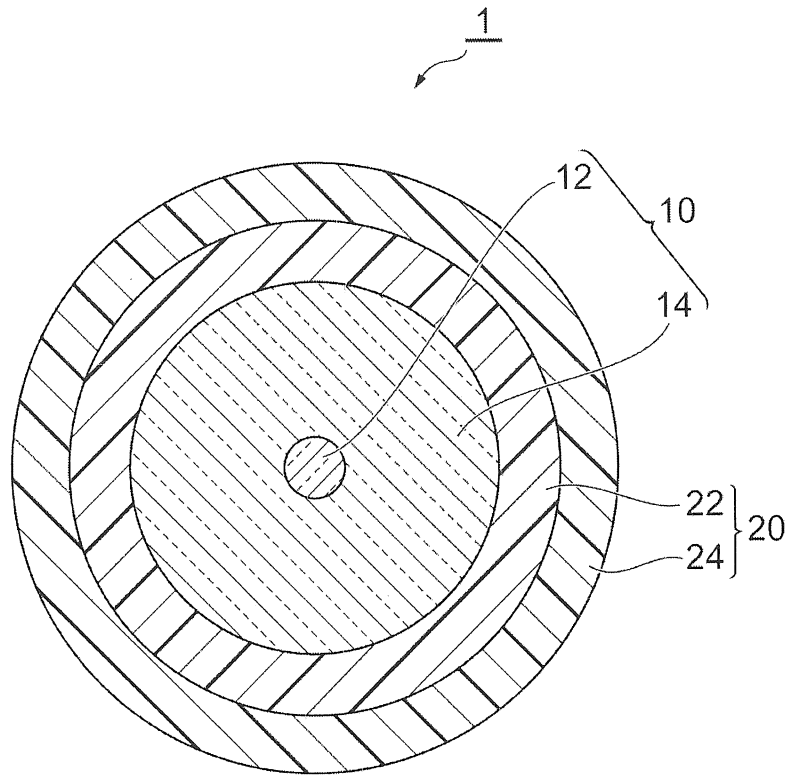
Fig.1

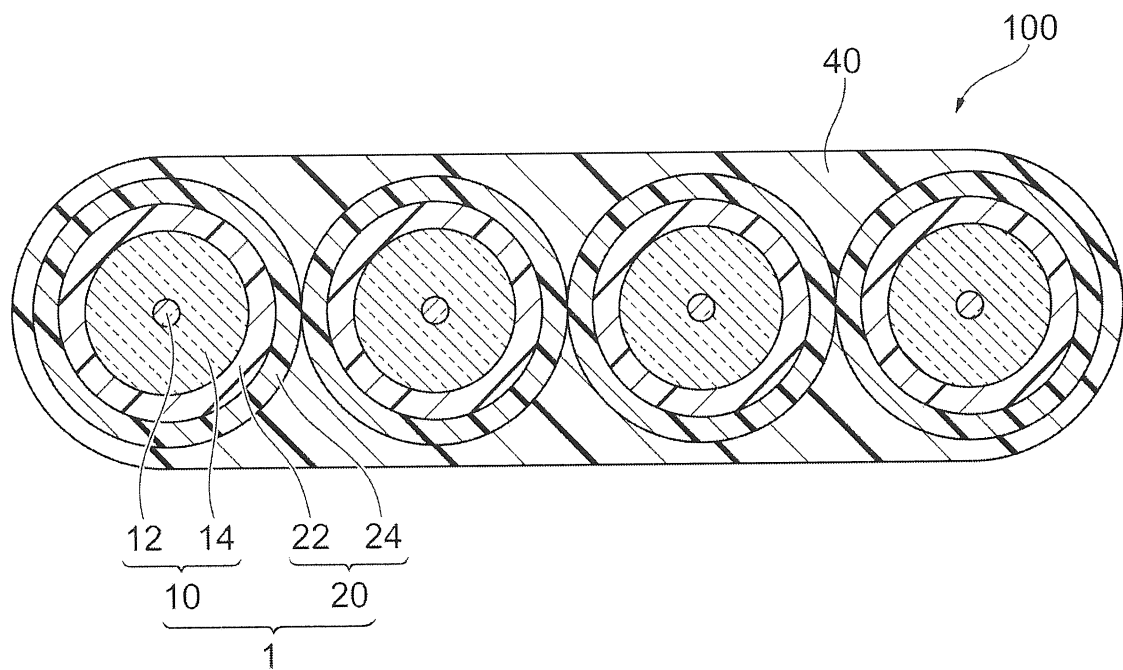
Fig.2

Fig.3