



(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



1-0043225

(51)^{2020.01} **G02B 6/44; C03C 25/40; C03C 25/1065; (13) B**
C03C 25/326

(21) 1-2020-07208

(22) 16/05/2019

(86) PCT/JP2019/019577 16/05/2019

(87) WO 2019/221248 21/11/2019

(30) 2018-094592 16/05/2018 JP

(45) 25/02/2025 443

(43) 25/03/2021 396

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

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

(72) Noriaki IWAGUCHI (JP); Haruki OKUYAMA (JP); Takahisa YAMAGUCHI (JP);
Takashi FUJII (JP).

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

(54) SỢI QUANG HỌC

(21) 1-2020-07208

(57) Sáng chế đề cập đến sợi quang học bao gồm sợi thủy tinh gồm lõi và vỏ, lớp nhựa sơ cấp tiếp xúc với sợi thủy tinh và bao bọc sợi thủy tinh, và lớp nhựa thứ cấp bao bọc lớp nhựa sơ cấp, trong đó lớp nhựa sơ cấp chứa sản phẩm lưu hóa của hợp phần nhựa chứa uretan (met)acrylat oligome, monome, chất khơi mào quang polyme hóa và hợp chất axit thơm, hàm lượng hợp chất axit thơm là lớn hơn hoặc bằng 20 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 12000 ppm dựa trên tổng lượng hợp phần nhựa, và môđun Young của lớp nhựa sơ cấp là ít hơn hoặc bằng 0,6 MPa ở nhiệt độ $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

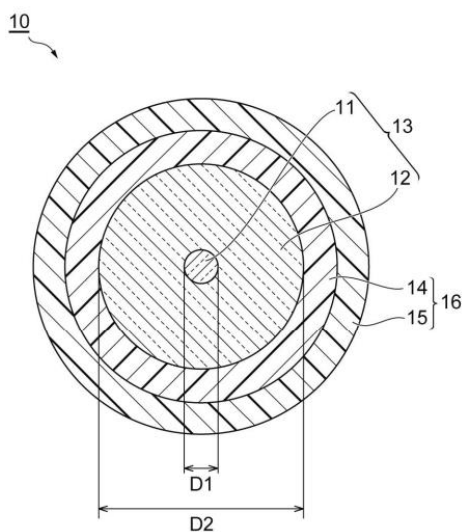


FIG.1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến sợi quang học.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nói chung, sợi quang học bao gồm lớp nhựa phủ để bảo vệ sợi thủy tinh mà là phương tiện truyền quang học. Lớp nhựa phủ được cấu thành bởi, ví dụ, lớp nhựa sơ cấp và lớp nhựa thứ cấp. Để làm giảm sự gia tăng tổn thất truyền gây ra bởi sự uốn cong nhẹ gây ra khi áp lực bên được tác dụng tới sợi quang học, thì cần phải cải thiện đặc tính áp lực bên đối với sợi quang học.

Trong tài liệu sáng chế 1, việc đạt được cả độ mềm (môđun Young thấp) và độ bền cơ học của lớp nhựa sơ cấp đã được nghiên cứu sử dụng hợp phần nhựa chứa uretan oligome thu được bằng cách cho phản ứng sản phẩm phản ứng của polyete diol béo và diisoxyanat với rượu monohydric và (met)acrylat chứa nhóm hydroxyl.

Danh mục tài liệu trích dẫn:

Tài liệu sáng chế:

Tài liệu sáng chế 1: JP 2012-11674 A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sợi quang học theo một khía cạnh của sáng chế bao gồm sợi thủy tinh gồm lõi và vỏ, lớp nhựa sơ cấp tiếp xúc với sợi thủy tinh và bao bọc sợi thủy tinh, và lớp nhựa thứ cấp bao bọc lớp nhựa sơ cấp, trong đó lớp nhựa sơ cấp bao gồm sản phẩm lưu hóa của hợp phần nhựa chứa uretan (met)acrylat oligome, monome, chất khơi mào quang polyme hóa và hợp chất axit thơm, hàm lượng hợp chất axit thơm là lớn hơn hoặc bằng 20 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 12000 ppm dựa trên tổng lượng hợp phần nhựa, và môđun Young của lớp nhựa sơ cấp là ít hơn hoặc bằng 0,6 MPa ở nhiệt độ $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ thể hiện ví dụ về sợi quang học theo phương án hiện thời.

Fig.2A là hình vẽ thể hiện kết cấu của vật liệu lưới kim loại được sử dụng cho thử nghiệm áp lực bên lưới.

Fig.2B là hình vẽ phóng to một phần của Fig.2A.

Mô tả chi tiết sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Sợi quang học cần phải có các đặc tính duy trì như độ bền chẳng hạn ngay cả trong trường hợp được ngâm trong nước trong một thời gian dài. Tuy nhiên, sợi quang học bao gồm lớp nhựa sơ cấp có môđun Young thấp có xu hướng duy trì thấp hơn của độ bền thủy tinh ngâm dưới nước. Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất sợi quang học mà cho phép ngăn sự giảm độ bền thủy tinh ngay cả trong trường hợp được ngâm trong nước trong một thời gian dài.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, sợi quang học có thể được tạo ra mà cho phép ngăn sự giảm độ bền thủy tinh ngay cả trong trường hợp được ngâm trong nước trong một thời gian dài.

Mô tả các phương án của sáng chế

Thứ nhất, nội dung của các phương án của sáng chế sẽ được liệt kê và được mô tả. Sợi quang học theo một khía cạnh của sáng chế bao gồm sợi thủy tinh gồm lõi và vỏ, lớp nhựa sơ cấp tiếp xúc với sợi thủy tinh và bao bọc sợi thủy tinh, và lớp nhựa thứ cấp bao bọc lớp nhựa sơ cấp, trong đó lớp nhựa sơ cấp bao gồm sản phẩm lưu hóa của hợp phần nhựa chứa uretan (met)acrylat oligome, monome, chất khơi mào quang polyme hóa và hợp chất axit thơm, hàm lượng hợp chất axit thơm là lớn hơn hoặc bằng 20 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 12000 ppm dựa trên tổng lượng hợp phần nhựa, và môđun Young của lớp nhựa sơ cấp là ít hơn hoặc bằng

0,6 MPa ở nhiệt độ $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Bằng cách tạo ra lớp nhựa sơ cấp có môđun Young thấp nhờ sử dụng hợp phần nhựa chứa hợp phần axit cụ thể, sự giảm về độ bền thủy tinh của sợi quang học có thể được ngăn chặn ngay cả trong trường hợp mà sợi quang học được ngâm trong nước trong một thời gian dài.

Theo quan điểm về việc điều chỉnh tính axit của lớp nhựa sơ cấp, hợp phần nhựa nêu trên có thể chứa hai hoặc nhiều hợp chất axit thơm. Theo quan điểm nâng cao khả năng tương thích với các hợp phần nhựa như oligome và monome chẳng hạn để sản xuất sợi quang học có độ bền thủy tinh cao hơn, các hợp chất axit thơm có thể bao gồm axit điphenyl phosphinic và axit trimetylbenzoic.

Theo quan điểm làm cho dễ lưu hóa hợp phần nhựa với tia cực tím để gia tăng thêm độ bền thủy tinh của sợi quang học, hợp phần nhựa nêu trên có thể chứa monome phân cực làm monome và hàm lượng monome phân cực có thể lớn hơn hoặc bằng 3% khối lượng hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 15% khối lượng dựa trên tổng lượng hợp phần nhựa.

Theo quan điểm về việc nâng cao độ bám dính của lớp nhựa sơ cấp vào sợi thủy tinh để gia tăng sự duy trì của độ bền thủy tinh ở các điều kiện nhiệt độ và độ ẩm cao, hợp phần nhựa có thể còn chứa hai hoặc nhiều chất liên kết silan.

Mô tả chi tiết các phương án của sáng chế

Các ví dụ cụ thể về hợp phần nhựa và sợi quang học theo các phương án của sáng chế sẽ được mô tả có dựa vào các hình vẽ kèm theo khi cần. Sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ này, nhưng được xác định bởi phạm vi yêu cầu bảo hộ, và nhằm bao hàm các nghĩa tương đương với phạm vi yêu cầu bảo hộ và tất cả các sửa đổi trong phạm vi yêu cầu bảo hộ. Trong phần mô tả dưới đây, ký hiệu giống nhau được áp dụng cho các phần tử giống nhau trong phần mô tả các hình vẽ để tránh việc mô tả lặp lại.

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ thể hiện một ví dụ về sợi quang

học theo phương án hiện thời. Sợi quang học 10 bao gồm sợi thủy tinh 13 gồm lõi 11 và vỏ 12, và lớp nhựa phủ 16 bao gồm lớp nhựa sơ cấp 14 được bố trí ở biên ngoài của sợi thủy tinh 13 và lớp nhựa thứ cấp 15.

Vỏ 12 bao quanh lõi 11. Lõi 11 và vỏ 12 chủ yếu chứa thủy tinh như thủy tinh silic oxit chẳng hạn, và ví dụ, silic oxit bổ sung gecmani có thể được sử dụng cho lõi 11, và silic oxit tinh khiết hoặc silic oxit bổ sung flo có thể được sử dụng cho vỏ 12.

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

Độ dày của lớp nhựa phủ 16 thường khoảng từ 60 đến 70 μm . Độ dày của mỗi lớp nhựa sơ cấp 14 và lớp nhựa thứ cấp 15 có thể là khoảng từ 10 đến 50 μm , ví dụ, độ dày của lớp nhựa sơ cấp 14 có thể là 35 μm , và độ dày của lớp nhựa thứ cấp 15 có thể là 25 μm . Đường kính ngoài của sợi quang học 10 có thể là khoảng từ 245 đến 265 μm . Độ dày của lớp nhựa phủ 16 có thể là khoảng từ 27 đến 48 μm . Trong trường hợp đó, độ dày của mỗi lớp nhựa sơ cấp 14 và lớp nhựa thứ cấp 15 có thể là khoảng từ 10 đến 38 μm , ví dụ, độ dày của lớp nhựa sơ cấp 14 có thể là 25 μm , và độ dày của lớp nhựa thứ cấp 15 có thể là 10 μm . Đường kính ngoài của sợi quang học 10 có thể là khoảng từ 180 đến 220 μm .

Theo quan điểm về việc nâng cao độ bền thủy tinh của sợi quang học, môđun Young của lớp nhựa sơ cấp là ít hơn hoặc bằng 0,6 MPa ở nhiệt độ 23°C, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,5 MPa, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,3 MPa. Giới hạn dưới của môđun Young của lớp nhựa sơ cấp không bị giới hạn một cách cụ thể, và là khoảng 0,05 MPa. Môđun Young của lớp nhựa sơ cấp có thể được đo bởi thử nghiệm môđun kéo (Pullout Modulus) ở nhiệt độ 23°C. Môđun Young của lớp nhựa sơ cấp có thể được điều chỉnh bởi kiểu oligome, phân tử lượng của oligome, kiểu monome, lượng monome được bổ sung, v.v.

Lớp nhựa sơ cấp 14 có thể được tạo ra bằng cách lưu hóa hợp phần nhựa

có thể lưu hóa UV chứa uretan (met)acrylat oligome, monome, chất khơi mào quang polyme hóa và hợp chất axit thơm.

Ở đây, (met)acrylat có nghĩa là acrylat hoặc metacrylat tương ứng với nó. Điều này cũng được áp dụng cho các biểu thức tương tự khác như axit (met)acrylic chẳng hạn.

Các ví dụ về uretan (met)acrylat oligome bao gồm các oligome thu được bằng cách cho phản ứng hợp chất polyol, hợp chất polyisoxyanat và hợp chất hydroxyl chứa nhóm (met)acrylat.

Các ví dụ về hợp chất polyol bao gồm polytetrametylen glycol, polypropylen glycol và bisphenol A-etylen oxit liên kết phức diol. Từ quan điểm làm giảm môđun Young của lớp nhựa sơ cấp, phân tử lượng trung bình số của hợp chất polyol có thể từ 1000 đến 8000. 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 hydroxyl chứa nhóm (met)acrylat 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 (met)acrylat.

Như là chất xúc tác để tổng hợp uretan (met)acrylat oligome, hợp phần thiếc hữu cơ thường được sử dụng. Các ví dụ về hợp phần thiếc hữu cơ bao gồm dibutyltin đilaurat, dibutyltin diacetat, dibutyltin malat, dibutyltin bis(2-ethylhexyl mercaptoaxetat), dibutyltin bis(isooctyl mercaptoaxetat) và dibutyltin oxit. Từ quan điểm về đặc tính xúc tác hoặc sẵn có, dibutyltin đilaurat hoặc dibutyltin diacetat được ưu tiên sử dụng làm chất xúc tác.

Từ quan điểm làm giảm môđun Young của lớp nhựa sơ cấp, rượu thấp có 5 hoặc ít hơn 5 nguyên tử cacbon có thể được sử dụng để tổng hợp uretan (met)acrylat oligome. Các ví dụ về 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.

Sau đây, việc điều chế uretan (met)acrylat oligome sẽ được mô tả có dựa vào các ví dụ cụ thể. Ví dụ, khi polypropylen glycol như polyol, isophoron diisoxyanat như polyisocyanate, 2-hydroxyetyl acrylat như (met)acrylat chứa nhóm hydroxyl, và metanol như rượu được sử dụng, các uretan (met)acrylat oligome bao gồm 3 loại sản phẩm phản ứng được thể hiện dưới đây có thể đạt được:



trong đó H là phần dư của 2-hydroxyetyl acrylat, I là phần dư của isophoron diisoxyanat, PPG là phần dư của polypropylen glycol, Me là phần dư của metanol và n là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 1.

Vì sản phẩm phản ứng (1) là oligome phản ứng cả hai đầu, nó làm tăng mật độ liên kết ngang của sản phẩm lưu hóa, mặt khác, vì sản phẩm phản ứng (2) là oligome phản ứng một đầu, nó có hiệu quả làm giảm mật độ liên kết ngang của sản phẩm lưu hóa, và do đó môđun Young có thể được giảm. Vì sản phẩm phản ứng (3) là oligome không phản ứng cả hai đầu và không trải qua quá trình lưu hóa UV, sản phẩm phản ứng tốt hơn là được điều chế sao cho sản phẩm phản ứng (3) được tạo nên càng ít càng tốt. Cũng trong trường hợp sử dụng rượu khác với metanol, oligome không phản ứng một đầu hoặc oligome không phản ứng cả hai đầu có thể được điều chế.

Khi tổng hợp uretan (met)acrylat oligome, chất liên kết silan có nhóm chức phản ứng với nhóm isoxyanat có thể được sử dụng. Các ví dụ về chất liên kết silan có nhóm chức phản ứng với nhóm isoxyanat bao gồm, ví dụ, N-2-(aminoetyl)-3-aminopropylmetyldimetoxysilan, N-2-(aminoetyl)-3-aminopropyltrimetoxysilan, 3-aminopropyltrimetoxysilan, 3-aminopropyltriethoxysilan, 3-

mercaptopropylmetylđimetoxyasilan và 3-mercaptopropyltrimetoxyasilan. Hợp chất polyol và hợp chất isoxyanat được phản ứng để thu được sản phẩm ở trạng thái có các nhóm isoxyanat ở cả hai đầu, và hợp chất hydroxyl chứa nhóm (met)acrylat và chất liên kết silan được sử dụng kết hợp để phản ứng với các nhóm isoxyanat, và do đó oligome có chất liên kết silan được thêm vào một đầu có thể được tổng hợp ngoài oligome phản ứng cả hai đầu. Kết quả là, vì oligome có thể phản ứng với thủy tinh, sự kết dính giữa sợi thủy tinh 13 và lớp nhựa sơ cấp 14 có thể được cải thiện.

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

Các ví dụ về monome đơn chức bao gồm, ví dụ, các (met)acrylat monome như metyl (met)acrylat, ethyl (met)acrylat, propyl (met)acrylat, n-butyl (met)acrylat, s-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, phenoxyetyl (met)acrylat, tetrahydrofurfuryl (met)acrylat, benzyl (met)acrylat, đixyclopentenyl (met)acrylat, đixyclopentenylloxyetyl (met)acrylat, đixyclopentanyl (met)acrylat, nonylphenol polyetylen glycol (met)acrylat, nonylphenoxy polyetylen glycol (met)acrylat và isobornyl (met)acrylat chẳng hạn; monome chứa nhóm cacboxyl như axit (met)acrylic, axit (met)acrylic đime, cacboxyetyl (met)acrylat, cacboxypentyl (met)acrylat và ω -cacboxy-polycaprolacton (met)acrylat chẳng hạn; các (met)acrylat chứa heteroxycle như 3-(3-pyridyl)propyl (met)acrylat, N-acryoylmorpholin, N-vinylpyrrolidon, N-vinylcaprolactam, N-acryoylpiperidin, N-metacryoylpiperidin và N-acryoylpyrrolidin chẳng hạn; các monome maleimit như maleimit, N-xyclohexylmaleimit và N-phenylmaleimit chẳng hạn; các monome amit thay thế N như (met)acrylamit, N,N-đimetyl (met)acrylamit, N,N-đietyl (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 chẳng hạn; các monome aminoalkyl (met)acrylat như aminoethyl (met)acrylat, aminopropyl (met)acrylat, N,N-dimetylaminioethyl (met)acrylat và t-butylaminioethyl (met)acrylat chẳng hạn; các monome succinimit như N-(met)acryloyloxymetylen succinimit, N-(met)acryoyl-6-oxyhexametylen succinimit và N-(met)acryoyl-8-oxyoctametylen succinimit chẳng hạn.

Monome phân cực có thể được sử dụng làm monome đơn chức vì nó giúp dễ lưu hóa hợp phần nhựa với tia cực tím và làm giảm các hợp phần không lưu hóa còn lại trong lớp nhựa sơ cấp. Các ví dụ về monome phân cực bao gồm các (met)acrylat chứa heteroxycle nêu trên, các monome amit thay thế N, các monome aminoalkyl (met)acrylat và các monome succinimit. Trong số các hợp phần này, (met)acrylat chứa heteroxycle được ưu tiên là monome phân cực, và N-vinylcaprolatam được ưu tiên hơn, vì chúng không chịu sự ngăn cản lưu hóa bởi oxy.

Theo quan điểm về việc làm tăng thêm độ bền thủy tinh sợi quang học, hàm lượng của monome phân cực tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 3% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 15% khối lượng, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 7% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 15% khối lượng dựa trên tổng lượng hợp phần nhựa.

Các ví dụ về monome đa chức bao gồm etylen glycol đi(met)acrylat, polyetylen glycol đi(met)acrylat, polypropylen glycol đi(met)acrylat, neopentyl glycol đi(met)acrylat, tripropylen glycol đi(met)acrylat, đi(met)acrylat của sản phẩm bisphenol A-alkylen oxit, tetraetylen glycol đi(met)acrylat, neopentylglycol hydroxypivalat đi(met)acrylat, 1,4-butandiol đi(met)acrylat, 1,6-hexandiol đi(met)acrylat, 1,9-nonandiol đi(met)acrylat, 1,12-dodecandiol đi(met)acrylat, 1,14-tetradecandiol đi(met)acrylat, 1,16-hexadecandiol đi(met)acrylat, 1,20-eicosandiol đi(met)acrylat, isopentyldiol đi(met)acrylat, 3-etyl-1,8-octandiol đi(met)acrylat, đi(met)acrylat của sản phẩm cộng bisphenol A-EO, trimetylolpropan tri(met)acrylat, trimetyloloctan tri(met)acrylat,

trimetylolpropanepolyetoxyl tri(met)acrylat, trimetylolpropanepolypropoxyl tri(met)acrylat, trimetylolpropanepolyetoxypolypropoxyl tri(met)acrylat, tris[(met)acryloyloxyethyl] isoxyanurat, pentaerytritol tri(met)acrylat, pentaerytritolpolyetoxyl tetra(met)acrylat, pentaerytritol polypropoxyl 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)acryloyloxyethyl] isoxyanurat cải biến caprolacton.

Chất khơi mào quang polyme hóa có thể được lựa chọn một cách thích hợp từ các chất khơi mào quang polyme hóa đã biết và được sử dụng. Các ví dụ về chất khơi mào quang polyme hóa bao gồm 1-hydroxycyclohexyl phenyl keton, 2,2-dimethoxy-2-phenylacetophenon, 1-(4-isopropylphenyl)-2-hydroxy-2-methylpropan-1-one, bis(2,6-dimethoxybenzoyl)-2,4,4-trimethylpentyl phosphin oxit, 2-methyl-1-[4-(methylthio)phenyl]-2-morpholino-propan-1-one (Omnirad 907, được sản xuất bởi IGM Resins, B.V.), 2,4,6-trimethylbenzoyl diphenylphosphineoxit (Omnirad TPO, được sản xuất bởi IGM Resins, B.V.) và bis(2,4,6-trimethylbenzoyl)phenylphosphin oxit (Omnirad 819, được sản xuất bởi IGM Resins, B.V.). Hai hoặc nhiều chất khơi mào quang polyme hóa có thể được trộn trước khi sử dụng, nhưng tốt hơn là có chứa ít nhất là 2,4,6-trimethylbenzoyl diphenylphosphin oxit.

Hợp chất axit thơm không bị giới hạn một cách cụ thể miễn là nó là hợp chất có vòng thơm và nhóm axit. Các ví dụ về hợp chất axit thơm bao gồm axit cacboxylic thơm, axit phosphinic thơm và axit phosphonic thơm. Theo quan điểm về việc điều chỉnh tính axit của lớp nhựa sơ cấp, hai hoặc nhiều hợp chất mà mỗi hợp chất có tính axit riêng biệt có thể được trộn trước khi sử dụng làm các hợp chất axit thơm.

Các ví dụ về axit cacboxylic thơm bao gồm axit benzoic, axit phthalic, axit methylbenzoic, axit dimethylbenzoic, axit trimethylbenzoic, axit

hydroxymethylbenzoic, axit propylbenzoic, axit butylbenzoic, axit hexylbenzoic, axit naphtalenecarboxylic và axit anthracarboxylic.

Các ví dụ về axit phosphinic thơm bao gồm axit diphenylphosphinic và axit phenylphosphinic. Các ví dụ về axit phosphonic thơm bao gồm axit phenylphosphonic và axit 4-metoxyphenylphosphonic.

Theo quan điểm nâng cao khả năng tương thích với các hợp phần nhựa như oligome và monome chẳng hạn để sản xuất sợi quang học có độ bền thủy tinh cao hơn, tốt hơn là axit cacboxylic thơm và axit phosphinic thơm được sử dụng kết hợp như là các hợp chất axit thơm, tốt hơn nữa là axit diphenyl phosphinic và axit trimethylbenzoic được sử dụng kết hợp.

Hàm lượng hợp chất axit thơm là lớn hơn hoặc bằng 20 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 12000 ppm, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 25 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 11000 ppm, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 30 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 10000 ppm dựa trên tổng lượng hợp phần nhựa, vì sự giảm về độ bền thủy tinh sợi quang học được ngăn chặn bởi hàm lượng nêu trên khi sợi quang học được ngâm trong nước trong một thời gian dài.

Hợp phần nhựa nêu trên có thể còn chứa chất liên kết silan, chất quang sinh axit, chất làm đều màu, chất chống bọt, chất chống ôxi hóa, v.v.

Bằng cách sử dụng chất liên kết silan, sự kết dính giữa sợi thủy tinh 13 và lớp nhựa sơ cấp 14 có thể được điều chỉnh, và đặc tính độ bền môi động có thể được cải thiện. Chất liên kết silan không bị giới hạn một cách cụ thể miễn là nó không ngăn cản việc lưu hóa hợp phần nhựa. Các ví dụ về chất liên kết silan bao gồm tetrametyl silicat, tetraetyl silicat, mercaptopropyl trimetoxysilan, vinyltrichlorosilan, vinyltriethoxysilan, vinyltris(β -metoxy-etoxy)silan, β -(3,4-epoxyxyclohexyl)-etyltrimetoxysilan, dimetoxydimetylsilan, dietoxydimetylsilan, 3-acryloxypropyltrimetoxysilan, 3-glycidoxypropyl trimetoxysilan, 3-glycidoxypropylmetyldietoxysilan, 3-metacryloxypropyl trimetoxysilan, N-(β -aminoetyl)- γ -aminopropyl trimetoxysilan, N-(β -aminoetyl)- γ -

aminopropyltrimetyl đimetoxyxilan, N-phenyl-3-aminopropyl trimetoxyxilan, 3-chloropropyltrimetoxyxilan, 3-mercaptopropyltrimetoxyxilan, 3-aminopropyltrimetoxyxilan, bis-[3-(triethoxysilyl)propyl] tetrasunphua, bis-[3-(triethoxysilyl)propyl]đisunphua, γ -trimethoxysilylpropyl đimetylthiocarbamyl tetrasunphua và γ -trimetoxyxilylpropyl benzothiazyl tetrasunphua.

Theo quan điểm về việc nâng cao độ bám dính của lớp nhựa sơ cấp đối với sợi thủy tinh để gia tăng sự duy trì của độ bền thủy tinh ở các điều kiện nhiệt độ và độ ẩm cao, hợp phần nhựa để tạo ra lớp nhựa sơ cấp tốt hơn là chứa hai hoặc nhiều chất liên kết silan có các phản ứng khác nhau.

Muối oni có cấu trúc A^+B^- có thể được sử dụng làm chất quang sinh axit. Các ví dụ về chất quang sinh axit bao gồm muối sulfoni như UVACURE1590 (được sản xuất bởi DAICEL-CYTEC Co., Ltd.) và CPI-100P, 110P, 210S (được sản xuất bởi San-Apro Ltd.) chẳng hạn, muối iodon như Omnicat 250 (được sản xuất bởi IGM Resins, B.V.), WPI-113 (được sản xuất bởi FUJIFILM Wako Pure Chemical Corporation) và Rp-2074 (được sản xuất bởi Rhodia Japan, Ltd.) chẳng hạn.

Lớp nhựa thứ cấp 15 có thể được tạo ra, ví dụ, bằng cách lưu hóa hợp phần nhựa có thể lưu hóa UV chứa uretan (met)acrylat oligome, monome và chất khơi mào quang polyme hóa. Uretan (met)acrylat oligome, monome và chất khơi mào quang polyme hóa được lựa chọn thích hợp từ các chất này được lấy làm ví dụ cho hợp phần nhựa để tạo ra lớp nhựa sơ cấp. Lớp nhựa thứ cấp 15 có thể chứa các hạt oxit vô cơ như silic oxit và nhôm. Tuy nhiên, hợp phần nhựa để tạo ra lớp nhựa thứ cấp có hợp phần khác với hợp phần nhựa để tạo ra lớp nhựa sơ cấp.

Môđun Young của lớp nhựa thứ cấp tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 500 MPa, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 800 MPa ở nhiệt độ 23°C. Môđun Young của lớp nhựa thứ cấp có thể nhỏ hơn hoặc bằng 3000 MPa, nhỏ hơn hoặc bằng 2500 MPa, nhỏ hơn hoặc bằng 1400 MPa hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 1200 MPa ở nhiệt độ 23°C. Khi môđun Young của lớp nhựa thứ cấp lớn hơn hoặc bằng 500 MPa, đặc tính chịu

áp lực bên có xu hướng được cải thiện, và khi nhỏ hơn hoặc bằng 3000 MPa, lớp nhựa thứ cấp có độ giãn dài thích hợp khi nghỉ, và do đó nó khó bị hư hại trong quá trình loại bỏ lớp phủ và có khả năng loại bỏ lớp phủ tốt. Khi lớp nhựa thứ cấp này mỏng, độ bền thủy tinh có xu hướng bị giảm khi ngâm dưới nước. Khi mô đun Young của lớp nhựa thứ cấp cao hơn, mật độ liên kết ngang của lớp nhựa thứ cấp tăng và đặc tính bảo vệ được nâng cao, do đó mô đun Young của lớp nhựa thứ cấp có thể lớn hơn hoặc bằng 1500 MPa.

Đối với các đặc tính của sợi quang học được áp dụng cho sáng chế, ví dụ, đường kính trường kiểu ở bước sóng 1310 nm có thể lớn hơn hoặc bằng 8,2 μm và nhỏ hơn hoặc bằng 9,6 μm , bước sóng điểm cắt cấp có thể nhỏ hơn hoặc bằng 1260 nm, sự gia tăng tổn thất ở bước sóng 1625 nm khi sợi quang học được quấn 100 lần quanh trục lõi có bán kính 30 mm (trên 100 lần quay) có thể nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 dB, và sự gia tăng hao tổn ở bước sóng 1625 nm khi sợi quang học được quấn 10 lần quanh trục lõi có bán kính 15 mm (trên 10 lần quay) có thể nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 dB. Đối với đặc tính của sợi quang học, sự chênh lệch giữa tổn thất truyền ở bước sóng 1550 nm khi sợi quang học được quấn ở độ bền kéo 80g quanh lõi cuộn trên đó vật liệu lưới kim loại có đường kính của dây dọc 50 μm , đường kính của dây ngang 50 μm và bước lưới 150 μm được quấn và tổn thất truyền ở bước sóng 1550 nm khi các sợi quang học ở trạng thái bó sợi có thể nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 dB/km. Các đặc tính của sợi quang học của sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ nêu trên.

Ví dụ thực hiện sáng chế

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

[Hợp phần nhựa đối với lớp nhựa sơ cấp]

(Oligome)

Các oligome uretan acrylat a1, a2, a3 và a4 thu được bằng cách cho phản

ứng polypropylen glycol có phân tử lượng 4000, isophoron diisoxyanat, hydroxyetyl acrylat và metanol được điều chế. Trong các oligome uretan acrylat a1, a2, a3 và a4, tỷ lệ của oligome có các nhóm acryoyl ở cả hai đầu (oligome phản ứng cả hai đầu) so với oligome có nhóm acryoyl ở một đầu (oligome phản ứng một đầu) được điều chỉnh bằng cách thay đổi tỷ lệ công thức của hydroxyetyl acrylat và metanol.

(Monome)

Đối với các monome, nonylphenyl acrylat được cải biến etylen oxit, N-vinylcaprolactam và 1,6-hexandiol diacrylat được điều chế.

(Chất khơi mào quang polyme hoá)

Đối với chất khơi mào quang polyme hoá, 2,4,6-trimetylbenzoyl diphenylphosphin oxit được điều chế.

(Hợp chất axit)

Đối với các hợp chất axit thơm, axit diphenyl phosphinic và axit trimetylbenzoic được điều chế. Đối với hợp chất axit aliphatic, axit lactic được điều chế.

(Chất liên kết silan)

Đối với chất liên kết silan, 3-mercaptopropyltrimetoxysilan (MPTS) và tetraetyl silicat (TEOS) được điều chế.

(Hợp phần nhựa)

Oligome, monome, chất khơi mào quang polyme hoá, hợp chất axit và chất liên kết silan nêu trên được trộn để sản xuất hợp phần nhựa dùng cho lớp nhựa sơ cấp lần lượt được thể hiện trong các bảng từ 1 đến 4. Trong ví dụ so sánh 3, axit lactic được chứa như là hợp chất axit béo. Các giá trị đối với N-vinylcaprolactam, MPTS, TEOS, axit diphenyl phosphinic, axit trimetylbenzoic và axit lactic được thể hiện trong các bảng là hàm lượng dựa trên tổng lượng hợp phần nhựa. Tổng lượng hợp phần nhựa có thể được coi là giống với tổng lượng của sản phẩm lưu

hóa của hợp phần nhựa.

[Hợp phần nhựa đối với lớp nhựa thứ cấp]

Uretan acrylat oligome được tạo ra là sản phẩm phản ứng của polypropylen glycol có phân tử lượng 1000, isophoron diisoxyanat và 2-hydroxyetyl acrylat. 60 phần khối lượng của uretan acrylat oligome, 19 phần khối lượng của isobornyl acrylat, 20 phần khối lượng của trimetylolpropan triacrylat và 1 phần khối lượng của 2,4,6-trimetylbenzoyl diphenylphosphineoxit được trộn để sản xuất hợp phần nhựa b1 đối với lớp nhựa thứ cấp. Các hạt silic oxit được bổ sung vào hợp phần nhựa b1 để tạo ra hợp phần nhựa b3 đối với lớp nhựa thứ cấp.

Bằng cách thay đổi tỷ lệ trộn của uretan acrylat oligome nêu trên, isobornyl acrylat, trimetylolpropan triacrylat, epoxy acrylat có xương sống A bisphenol và 2,4,6-trimetylbenzoyl diphenylphosphineoxit, các hợp phần nhựa b2, b4 và b5 đối với lớp nhựa thứ cấp được điều chế.

[Sản xuất sợi quang học]

Bằng cách sử dụng hợp phần nhựa dùng cho lớp nhựa sơ cấp, lớp nhựa sơ cấp có độ dày nằm trong khoảng từ 15 đến 35 μ m được tạo ra ở biên ngoài của sợi thủy tinh có đường kính của 125 μ m và được cấu thành bởi lõi và vỏ, và lớp nhựa thứ cấp cũng được tạo ra ở biên ngoài của lớp nhựa sơ cấp sử dụng hợp phần nhựa đối với lớp nhựa thứ cấp để sản xuất sợi quang học đối với ví dụ và ví dụ so sánh. Vận tốc tuyến tính là 1500 m/phút.

(Môđun Young của lớp nhựa sơ cấp)

Môđun Young của lớp nhựa sơ cấp được đo bởi thử nghiệm môđun kéo (Pullout Modulus) ở nhiệt độ 23°C. Cụ thể, phần cắt được tạo ra trong lớp nhựa phủ của sợi quang học bằng dao cạo, v.v để cắt lớp nhựa phủ, sau đó lớp nhựa phủ (lớp nhựa sơ cấp và lớp nhựa thứ cấp) được cố định và sợi thủy tinh được kéo ra. Ứng suất của lớp nhựa sơ cấp thu được từ lượng biến đổi đàn hồi của lớp nhựa sơ cấp trước khi kéo sợi thủy tinh và lực kéo sợi thủy tinh.

(Môđun Young của lớp nhựa thứ cấp)

Sợi quang học được ngâm trong dung môi (etanol:axeton = 3:7), lớp nhựa phủ ở dạng ống được kéo ra từ sợi thủy tinh, và mẫu thu được (lớn hơn hoặc bằng 50 mm) được sử dụng để đo môđun Young của lớp nhựa thứ cấp. Mẫu thu được bằng cách kéo lớp nhựa phủ ở dạng ống được để yên trong 1 ngày hoặc lâu hơn ở các điều kiện $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ và $50\pm 10\%$ RH, sau đó được kéo bằng cách sử dụng máy thử nghiệm kéo ở các điều kiện tốc độ kéo 1 mm/phút và chiều dài đo 25 mm để thu được đường cong ứng suất biến dạng. Môđun Young thu được từ 2,5% cắt tuyến của đường cong thu được.

(Độ bền thủy tinh của sợi quang học)

Bó sợi của sợi quang học được ngâm trong nước nóng ở nhiệt độ 85°C trong 60 ngày, và độ bền thủy tinh trước khi và sau khi ngâm được đánh giá. Chất lượng của độ bền thủy tinh được xác định nhờ đo độ bền 50%. Độ bền 50% là độ bền mà tại đó một nửa lượng các sợi quang học được trải qua thử nghiệm bị gãy trong thử nghiệm kéo của các sợi quang học. Trong ví dụ này, thử nghiệm kéo được tiến hành ở tốc độ kéo 25 mm/phút đối với mỗi sợi quang học được tiến hành thử nghiệm. Khi trị số độ bền 50% của độ bền thủy tinh sau khi ngâm mà nhỏ hơn 80% so với trị số độ bền 50% của độ bền thủy tinh trước khi ngâm, độ bền thủy tinh được xác định là "kém (C)", trong trường hợp từ 80 đến 90%, được xác định là "tốt (B)" và trong trường hợp lớn hơn 90%, được xác định là "tuyệt vời (A)".

(Đo tổn thất do uốn)

Sự thay đổi về tổn thất truyền (gia tăng tổn thất) khi sợi quang học được quấn khoảng 10 vòng quanh trục lõi có bán kính 15 mm được thu nhận (R 15 mm $\times$ 10 vòng). Khi sự tăng tổn thất truyền ở bước sóng 1625 nm là 1,0 dB hoặc nhỏ hơn, được xác định là trị số chấp nhận được.

(Đặc tính chịu áp lực bên)

Đặc tính chịu áp lực bên của sợi quang học được đánh giá bởi thử nghiệm

áp lực bên lưới. Fig.2A là hình vẽ thể hiện kết cấu của vật liệu lưới kim loại 30 được sử dụng cho thử nghiệm áp lực bên lưới, và Fig.2B là hình vẽ phóng to một phần của B trên Fig.2A. Như được thể hiện trên Fig.2A và Fig.2B, vật liệu lưới kim loại 30 có dạng lưới mà các dây kim loại lần lượt được trải trên đó theo chiều dọc và chiều ngang. Cả đường kính của dây dọc $\phi 1$ và đường kính của dây ngang $\phi 2$ là 50 μm . Cả bước lưới P giữa các đường tâm của các dây dọc và giữa các đường tâm của các dây ngang là 150 μm . Chiều dài của phần nhô L1 của dây dọc là 100 μm , và chiều dài của phần nhô L2 của dây ngang là 100 μm .

Thử nghiệm áp lực bên lưới được thực hiện bằng cách quấn sợi quang học 10 ở độ bền kéo, ví dụ, 80g quanh lõi cuộn mà trên đó vật liệu lưới kim loại 30 được thể hiện trên Fig.2A và Fig.2B được quấn trên phần hình trụ mà không có khoảng trống, sau đó thu được độ chênh lệch giữa trị số tổn thất truyền ở bước sóng 1550 nm khi sợi quang học được quấn quanh lõi cuộn và trị số tổn thất truyền ở bước sóng 1550 nm khi các sợi quang học ở trạng thái bị tháo cuộn (sợi quang học 10 ở trạng thái được tháo khỏi lõi cuộn). Các kết quả được thể hiện trong bảng 4.

[Bảng 1]

Ví dụ		1	2	3	4	5	6	7	8
Lớp nhựa sơ cấp	Oligome	a1	a1	a2	a3	a3	a3	a3	a3
	N-vinylcaprolactam (% khối lượng)	7	7	7	7	7	7	7	10
	MPTS (% khối lượng)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	TEOS (% khối lượng)	-	-	-	-	-	-	-	-
	Axit điphenyl phosphinic (ppm)	15	120 0	120 0	120 0	500 0	0	1000 0	120 0
	Axit trimetylbenzoic (ppm)	15	120 0	120 0	120 0	500 0	1000 0	0	120 0
Hợp phần nhựa đối với lớp nhựa thứ cấp		b1	b1	b1	b1	b1	b1	b1	b1
Môđun Young (MPa)	Lớp nhựa sơ cấp	0,5	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Lớp nhựa thứ cấp	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	1000	1000	100 0
Độ bền thủy tinh		B	B	B	B	A	A	A	A

[Bảng 2]

Ví dụ		9	10	11	12	13
Lớp nhựa sơ cấp	Oligome	a4	a4	a4	a1	a1
	N-vinylcaprolactam (% khối lượng)	7	7	7	7	7
	MPTS (% khối lượng)	0,5	1	0,5	0,5	0,5
	TEOS (% khối lượng)	-	-	0,5	-	-
	Axit điphenyl phosphinic (ppm)	5000	5000	5000	15	15
	Axit trimetylbenzoic (ppm)	5000	5000	5000	15	15

Hợp phần nhựa đối với lớp nhựa thứ cấp		b1	b1	b1	b2	b3
Môđun Young (MPa)	Lớp nhựa sơ cấp	0,05	0,05	0,05	0,5	0,5
	Lớp nhựa thứ cấp	1000	1000	1000	1500	1500
Độ bền thủy tinh		B	B	A	A	A

[Bảng 3]

Ví dụ so sánh		1	2	3
Lớp nhựa sơ cấp	Oligome	a1	a3	a1
	N-vinylcaprolactam (% khối lượng)	7	7	7
	MPTS (% khối lượng)	0,5	0,5	0,5
	TEOS (% khối lượng)	-	-	-
	Axit diphenyl phosphinic (ppm)	5	5	-
	Axit trimethylbenzoic (ppm)	5	5	-
	Axit lactic (ppm)	-	-	30
Hợp phần nhựa đối với lớp nhựa thứ cấp		b1	b1	b1
Môđun Young (MPa)	Lớp nhựa sơ cấp	0,5	0,1	0,5
	Lớp nhựa thứ cấp	1000	1000	1000
Độ bền thủy tinh		C	C	C

[Bảng 4]

Ví dụ		12	14	15	16	17
Đường kính ngoài của sợi (μm)		245	200	200	200	180
Lớp nhựa sơ cấp	Oligome	a1	a1	a1	a1	a1
	N-vinylcaprolactam (% khối lượng)	7	7	7	7	7
	MPTS (% khối lượng)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

	TEOS (% khối lượng)	-	-	-	-	-
	Axit diphenyl phosphinic (ppm)	15	15	15	15	15
	Axit trimetylbenzoic (ppm)	15	15	15	15	15
Hợp phần nhựa đối với lớp nhựa thứ cấp		b2	b2	b4	b5	b5
Môđun Young (MPa)	Lớp nhựa sơ cấp	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Lớp nhựa thứ cấp	1500	1500	1700	2000	2000
Đường kính trường kiểu (μm) (1310nm)		8,7	8,72	8,47	8,7	8,72
Bước sóng điểm cắt cấp (nm)		1218	1236	1169	1218	1236
Tổn thất do uốn (dB/10 turns)		0,003	0,002	0,007	0,003	0,002
Đặc tính chịu áp lực bên (dB/km)		0,01	0,3	0.2	0,08	0,5

Đơn sáng chế này hưởng quyền ưu tiên từ đơn sáng chế Nhật Bản số 2018-094592 nộp ngày 16 tháng 5 năm 2018, nội dung của nó được kết hợp ở đây chỉ nhằm mục đích tham chiếu.

Danh mục các số chỉ dẫn

10: Sợi quang học, 11: Lõi, 12: Vỏ, 13: Sợi thủy tinh, 14: Lớp nhựa sơ cấp, 15: Lớp nhựa thứ cấp, 16: Lớp nhựa phủ, 30: Vật liệu lưới kim loại.

YÊU CẦU BẢO HỘ

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

trong đó lớp nhựa sơ cấp bao gồm sản phẩm lưu hóa của hợp phần nhựa chứa uretan (met)acrylat oligome, monome, chất khơi mào quang polyme hóa và hợp chất axit thơm,

hàm lượng hợp chất axit thơm là lớn hơn hoặc bằng 20 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 12000 ppm dựa trên tổng lượng hợp phần nhựa,

hợp phần nhựa chứa hợp chất axit thơm bao gồm hai hoặc nhiều hợp chất axit thơm,

hợp chất axit thơm bao gồm axit diphenyl phosphinic và axit trimethylbenzoic, và

môđun Young của lớp nhựa sơ cấp ít hơn hoặc bằng 0,6 MPa ở nhiệt độ $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

2. Sợi quang học theo điểm 1, trong đó hợp phần nhựa chứa monome phân cực làm monome và hàm lượng monome phân cực lớn hơn hoặc bằng 3% khối lượng nhỏ hơn hoặc bằng 15% khối lượng dựa trên tổng lượng hợp phần nhựa.

3. Sợi quang học theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hợp phần nhựa còn chứa hai hoặc nhiều chất liên kết silan.

4. Sợi quang học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó môđun Young của lớp nhựa thứ cấp lớn hơn hoặc bằng 1500 MPa ở nhiệt độ 23°C .

5. Sợi quang học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó lớp nhựa thứ cấp chứa oxit vô cơ.

6. Sợi quang học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5,

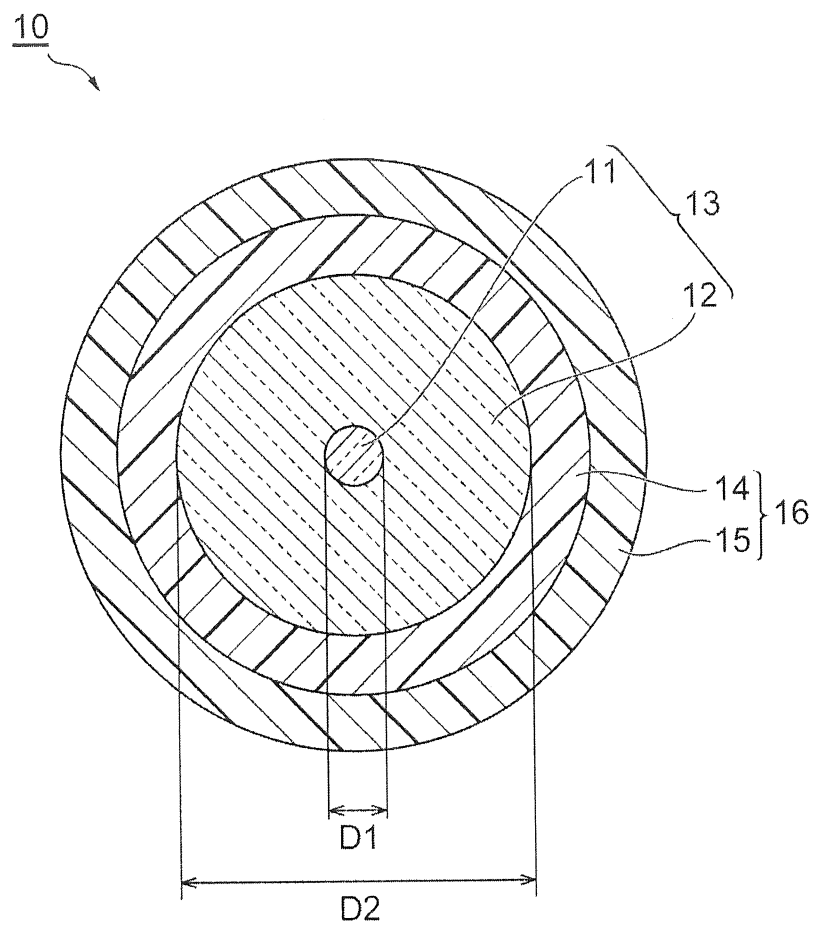
trong đó đường kính trường kiểu của sợi quang học ở bước sóng 1310 nm là lớn hơn hoặc bằng $8,2\text{ }\mu\text{m}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $9,6\text{ }\mu\text{m}$, và bước sóng điểm cắt cấp là nhỏ hơn hoặc bằng 1260 nm,

trong đó sự gia tăng tổn thất ở bước sóng 1625 nm khi sợi quang học được

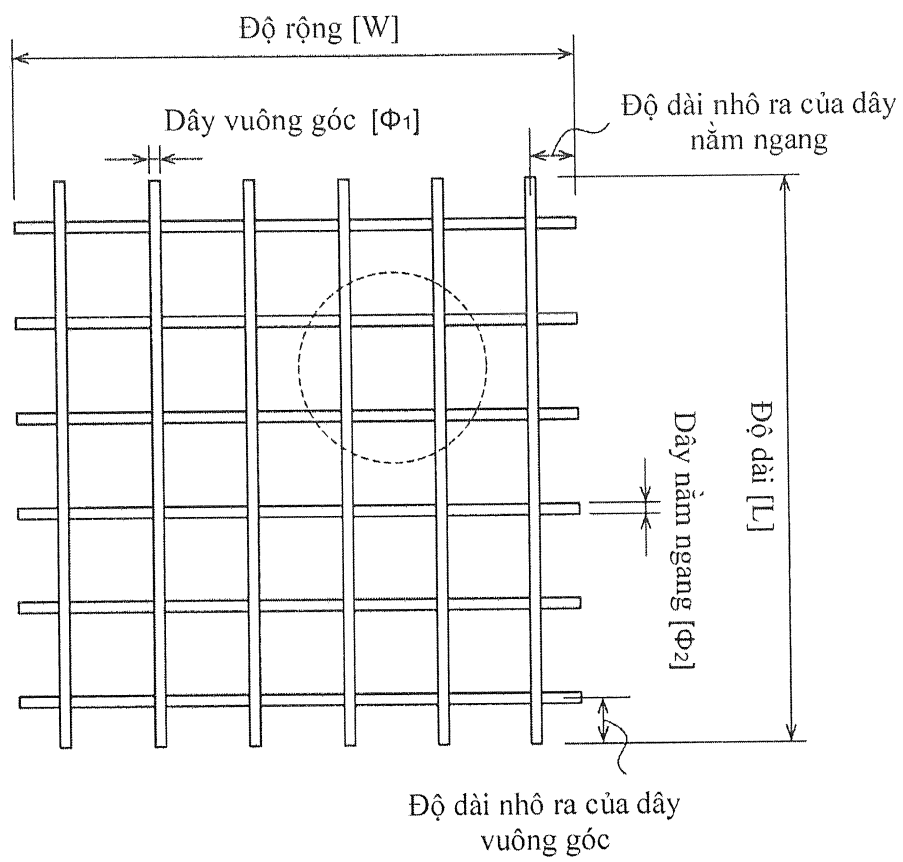
quấn quanh trục lõi có bán kính 15 mm là nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 dB trên 10 lần quay, và

trong đó sự chênh lệch giữa tổn thất truyền ở bước sóng 1550 nm khi sợi quang học được quấn ở độ bền kéo 80g quanh lõi cuộn mà trên đó vật liệu lưới kim loại có đường kính của dây dọc 50 μm , đường kính của dây ngang 50 μm và bước lưới 150 μm được quấn và tổn thất truyền ở bước sóng là 1550 nm khi sợi quang học ở trạng thái bó sợi là nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 dB/km.

1 / 3

Fig.1

2 / 3

Fig.2A

3 / 3

Fig.2B