



(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)



1-0036569

(51)^{2020.01} G02B 1/00; G02B 6/00

(13) B

(21) 1-2021-02770

(22) 17/05/2021

(45) 25/08/2023 425

(43) 26/07/2021 400

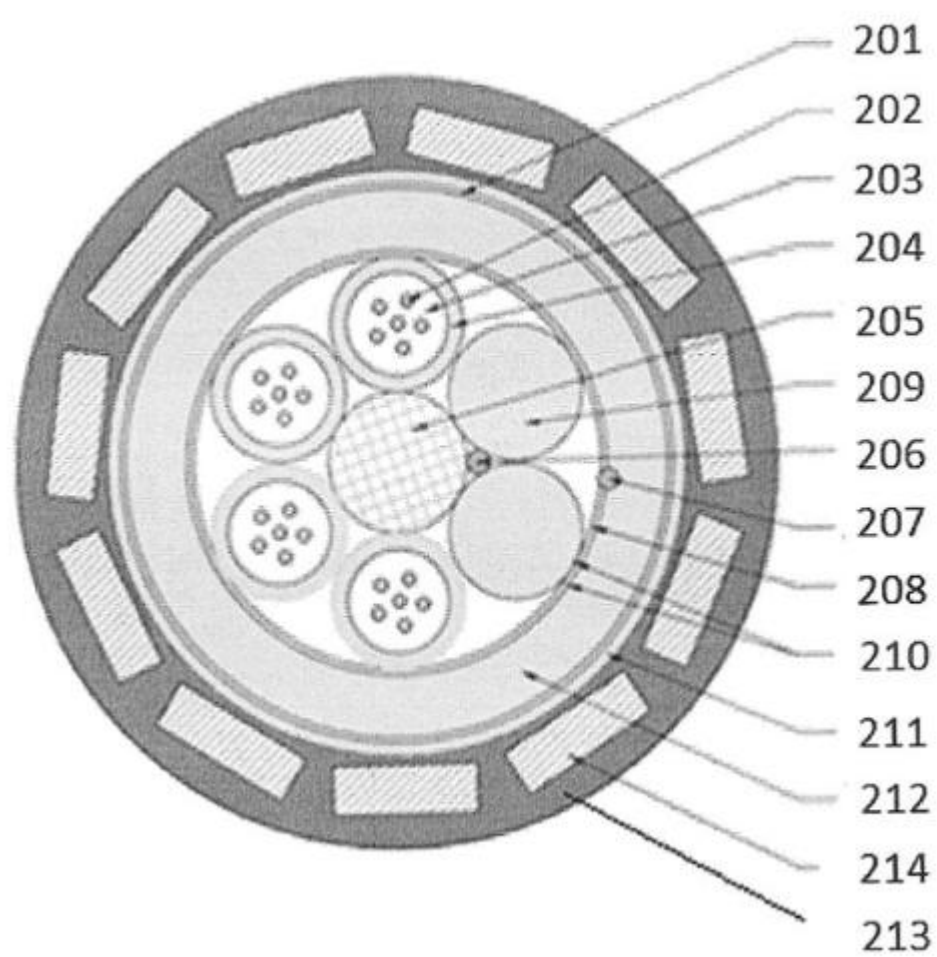
(73) Hoàng Xuân Hiền (VN)

75, ngõ 38 Phương Mai, phường Kim Liên, quận Đống Đa, thành phố Hà Nội

(72) Hoàng Xuân Hiền (VN); Trần Thanh Bình (VN).

(54) CÁP QUANG TỰ TREO KHÔNG CHẤT DẪN ĐIỆN CÓ CẤU TRÚC CẢI TIẾN

(57) Sáng chế đề cập đến cáp quang tự treo không chất dẫn điện (ADSS - All Dielectric Self Supported Optical Cable) có cấu trúc cải tiến bao gồm: lõi gia cường trung tâm được làm bằng nhựa được gia cường sợi (FRP - Fiber Reinforced Plastics), các ống lồng và sợi độn bao quanh lõi gia cường trung tâm; các sợi quang có thể di chuyển tự do trong ống lồng, lớp vỏ bọc bên trong, lớp gia cường bằng sợi aramid và lớp vỏ bọc bên ngoài. Cáp quang ADSS theo sáng chế được cải tiến lớp vỏ bọc bên ngoài bằng cách gia cường thêm cho lớp vỏ này các dải nhựa gia cường có dạng hình chữ nhật nằm giữa lớp vỏ bọc bên ngoài và lớp vỏ bọc bên trong, được quấn chéo xung quanh các sợi aramid dọc theo chiều dài cáp. Lõi gia cường trung tâm có kích thước được tối đa hoá nhờ tạo ra các sợi độn có dạng hình elip. Nhờ có thêm các dải nhựa gia cường và lõi gia cường trung tâm được tối đa hoá về kích thước, cơ bản có thể giảm lượng sợi aramid sử dụng mà vẫn đảm bảo yêu cầu về lực căng tối đa trong hoạt động của cáp, nhờ đó làm giảm chi phí sản xuất cáp.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến cáp quang tự treo không chất dẫn điện (All Dielectric Self Supported Optical Cable - ADSS). Cụ thể là cáp quang có cấu trúc được cải tiến nhằm tiết kiệm vật liệu gia cường mà vẫn đảm bảo khả năng chịu được lực kéo giãn của cáp (đảm bảo được các yêu cầu về lực căng tối đa trong vận hành - MOT và lực căng tối đa cho phép - MAT) của loại cáp quang tự treo này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Cáp quang tự treo không chất dẫn điện (dưới đây có thể được gọi là cáp quang ADSS hoặc cáp ADSS) là một loại cáp quang treo phi kim loại, không chất dẫn điện. Trong đó, thay vì dùng dây thép hay các loại dây kim loại khác là thành phần chịu lực cơ bản, cáp ADSS sử dụng các sợi chịu lực phi kim loại như nhựa được gia cường sợi (FRP - Fiber Reinforced Plastics) và sợi aramid hay tương đương.

Cáp quang ADSS có cấu trúc cơ bản là đã biết và được đã được sử dụng rộng rãi, ví dụ cấu trúc của cáp quang ADSS được thể hiện trên Hình 1.

Như được thể hiện trên Hình 1, cáp quang ADSS cơ bản là có các thành phần chính bao gồm: sợi gia cường trung tâm FRP 105; ống lồng 104 trong đó có chứa các sợi quang 102 và hợp chất điền đầy 103 (số lượng ống lồng, số lượng sợi quang có thể thay đổi); các sợi độn 109 có thể được làm từ nhựa PE; băng chống thấm 108; chỉ bó lõi 110; lớp vỏ bọc bên trong 112 có thể được làm bằng nhựa PE có tỷ trọng cao (HDPE – High Density Polyethylene); sợi chỉ chống thấm 101; lớp gia cường 111, có thể sử dụng sợi gia cường aramid hoặc các loại sợi khác tương đương; lớp vỏ bọc bên ngoài 113 có thể được làm bằng nhựa HDPE.

Dễ thấy là, với cấu trúc nêu trên, cáp quang ADSS thông thường cần dùng các loại sợi gia cường phi kim loại có giá thành cao hơn rất nhiều so với các sợi kim loại, làm cho giá thành của loại cáp ADSS này tương đối cao, tính theo giá tham khảo tại thời điểm tạo ra sáng chế của các tác giả. Vật liệu gia cường đắt nhất là sợi aramid, sau đó đến sợi nhựa FRP.

Theo cấu trúc cáp hiện tại, tất cả các thành phần của cáp đều được bọc chặt vào với nhau. Khi kéo căng cáp, tất cả các thành phần của cáp từ ống lồng chứa sợi quang, sợi độn, sợi gia cường trung tâm FRP, sợi gia cường aramid đều cơ bản là bị giãn giống nhau hoặc tương tự nhau. Một thông số quan trọng đối với cáp treo là lực căng tối đa cho phép (MAT) là lực căng lớn nhất cáp có thể chịu được trong một khoảng thời gian xác định, ví dụ trong vòng 5 phút, mà vẫn hoạt động bình thường (các sợi quang không bị đứt hay suy hao). Thành phần cần được bảo vệ nhất là sợi quang trong các ống lồng có giới hạn kéo giãn nhỏ nhất (1,4% -1,5%). MAT của cáp bị hạn chế bởi giới hạn này. Vì vậy, dẫn đến việc khi cáp đạt đến MAT, các thành phần gia cường khác vẫn còn ở cách xa giới hạn kéo của chúng (với sợi FRP, giới hạn kéo giãn là khoảng từ 2% đến 2,2%; với sợi aramid giới hạn kéo giãn là khoảng từ 1,6% đến 1,8%). Như vậy, với cấu trúc cáp hiện tại các thành phần gia cường không được sử dụng hết khả năng, gây ra tổn vật tư, làm tăng giá thành của cáp. Do đó, vấn đề là cần phải cải tiến cấu trúc cáp ADSS hiện có sao cho tận dụng tối đa khả năng của các thành phần, giảm giá thành cáp mà vẫn đảm bảo chất lượng cáp theo yêu cầu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất cáp quang tự treo không chất dẫn điện có cấu trúc được cải tiến, khắc phục được một hoặc một số vấn đề còn tồn tại nêu trên.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất cáp quang tự treo không chất dẫn điện có cấu trúc được cải tiến để giảm chi phí sản xuất cáp mà vẫn đảm bảo lực căng của cáp.

Để đạt được một hoặc một số các vấn đề nêu trên, theo một khía cạnh sáng chế đề xuất cáp quang tự treo không chất dẫn điện có cấu trúc cải tiến, cáp quang này bao gồm:

lõi gia cường trung tâm có dạng hình tròn được làm bằng nhựa được gia cường sợi;

các ống lồng có kích thước giống nhau để chứa các sợi quang trong đó;

các sợi độn có kích thước giống nhau được bố trí cùng với các ống lồng để bao quanh lõi gia cường trung tâm;

lớp bó lõi cáp được bố trí bên ngoài các sợi độn và các ống lồng để bó và định hình các sợi độn và các ống lồng xung quanh lõi gia cường trung tâm;

vỏ cáp được tạo ra từ lớp vỏ bọc bên trong và lớp vỏ bọc bên ngoài, vỏ cáp này có thành phần gia cường vỏ cáp được bố trí giữa lớp vỏ bọc bên trong và lớp vỏ bọc bên ngoài;

trong đó:

các ống lồng có dạng hình tròn có bán kính bằng với bán kính trục nhỏ của các sợi độn có dạng hình elip, và các ống lồng và các sợi độn được bố trí liên sát nhau xung quanh lõi gia cường trung tâm sao cho tạo ra khoảng không gian lớn nhất bên trong mà được chiếm chỗ bởi lõi gia cường trung tâm;

lõi gia cường trung tâm có kích thước được tối đa hóa để bố trí bên trong khoảng không gian nêu trên mà được tạo ra bởi các ống lồng và các sợi độn;

thành phần gia cường vỏ cáp bao gồm các sợi aramid được quấn chéo xung quanh lớp vỏ bọc bên trong để chạy dọc theo chiều dài của cáp, và các dải nhựa gia cường được quấn chéo xung quanh lớp vỏ bọc bên trong để chạy dọc theo chiều dài của cáp, trong đó các dải nhựa gia cường bao xung quanh và tì lên các sợi aramid và được quấn theo chiều quấn chéo ngược lại so với chiều quấn chéo của các sợi aramid,

trong đó các dải nhựa gia cường được làm từ nhựa HDPE, được tạo ra bằng phương pháp kéo nhựa HDPE nhiều lần có định hướng để tăng cơ tính theo hướng dọc, các dải nhựa gia cường có bề mặt dải nhựa nhẵn tiếp xúc với các sợi aramid và bề mặt dải nhựa nhám tiếp xúc với lớp vỏ bọc bên ngoài.

Tốt hơn là, các sợi aramid có thể là các sợi aramid được bện xoắn từ nhiều hơn một sợi aramid đơn.

Tốt hơn là, lớp vỏ bọc bên ngoài được làm từ nhựa HDPE.

Tuỳ ý, lớp vỏ bọc bên trong có thể được làm từ vật liệu được lựa chọn trong số nhựa PVC, nhựa PE có tỷ trọng trung bình (MDPE), nhựa HDPE, hoặc vật liệu tương tự.

Tốt hơn là, lớp bó lõi cáp được tạo ra từ chỉ bó cáp.

Tốt hơn là, cáp quang nêu trên còn bao gồm băng và chỉ chống thấm được bố trí bên trong lớp vỏ bọc nhựa bên trong và bao xung quanh lớp bó lõi cáp để ngăn sự xâm nhập của nước cũng như hơi nước, hơi ẩm xâm nhập và bên trong.

Tốt hơn là, cáp quang nêu trên còn bao gồm chỉ xé vỏ cáp đặt ở mặt trong của lớp vỏ bọc bên trong.

Tốt hơn là, các ống lồng hợp được bổ sung chất điền đầy vào bên trong để bao quanh các sợi quang sao cho vẫn đảm bảo các sợi quang dễ dàng di chuyển bên trong ống lồng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ thể hiện cấu trúc cáp quang ADSS đã biết;

Hình 2 là hình vẽ thể hiện cấu trúc cáp quang ADSS có lớp vỏ bên ngoài cải tiến với thành phần gia cường bổ sung;

Hình 3 là hình vẽ thể hiện thông số của cáp khi được bện bằng sợi aramid và lớp vỏ ngoài với thành phần gia cường bổ sung;

Hình 4(a) và (b) là các hình vẽ thể hiện cấu trúc cáp quang ADSS so sánh phương án bọc nhựa chặt và bọc nhựa lỏng đối với lớp vỏ bọc bên trong;

Hình 5(a) và (b) là các hình vẽ thể hiện cấu trúc cáp quang ADSS so sánh phương án sử dụng sợi độn có dạng hình tròn và sợi độn có dạng hình elip;

Hình 6 là hình vẽ thể hiện sợi aramid được chập/bện/xoắn từ các sợi aramid đơn.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, các ưu điểm, hiệu quả và bản chất của sáng chế có thể được hiểu rõ hơn thông qua việc mô tả chi tiết các phương án ưu tiên thực hiện có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Trên các hình vẽ, các số chỉ dẫn giống nhau được dự định để biểu thị các thành phần hoặc chi tiết giống nhau hoặc tương đương và được sử dụng thống nhất trong toàn bộ mô tả, do vậy trên một số các hình vẽ hoặc một số phần trên hình vẽ có thể không xuất hiện một hoặc một số các số chỉ dẫn nhằm mục đích làm cho hình vẽ trở nên đơn giản và thuận tiện trong việc thể hiện các thành phần cấu tạo hoặc nguyên lý hoạt động khác nhau của sáng chế, trong trường hợp như vậy, mối tương quan giữa các thành phần hoặc chi tiết cụ thể với các số chỉ dẫn biểu thị nó có thể được minh họa rõ khi tham chiếu tới các hình vẽ khác hoặc các phần khác trên hình vẽ. Bên cạnh đó, các thành phần và chi tiết được thể hiện trên hình vẽ là không theo kích thước và hình dạng thực tế, một số thành phần hoặc chi tiết sẽ được phóng đại lên và có thể được biểu thị bởi các khối giản lược nhằm mục đích minh họa và thuận tiện cho việc mô tả. Vì vậy, cần hiểu rằng các phương án được mô tả trong phần mô tả chỉ với mục đích làm ví dụ giúp cho việc hiểu rõ hơn về bản chất và các ưu

điểm của sáng chế, mà không giới hạn phạm vi của sáng chế theo các phương án được mô tả này.

Trên Hình 2 thể hiện cáp quang ADSS có cấu trúc được cải tiến theo một phương án ưu tiên của sáng chế.

Như được thể hiện trên Hình 2, cáp quang ADSS có cấu trúc được cải tiến theo phương án ưu tiên này bao gồm nhiều thành phần cơ bản là tương tự với cáp quang ADSS thông thường, như được mô tả dưới đây.

Lõi gia cường trung tâm 205 được làm từ FRP, xung quanh lõi gia cường trung tâm 205 này có các ống lồng 204 và các sợi độn 209. Ống lồng 204 chứa các sợi quang 202 bên trong và được điền đầy bởi hợp chất điền đầy 203 (chẳng hạn như Thixotropic Jelly), hợp chất điền đầy này có tác dụng chống sự thâm nhập của nước cũng như hơi ẩm thâm nhập vào ống, giúp cho chất lượng truyền dẫn ổn định, đồng thời vẫn đảm bảo các sợi quang có thể di chuyển tự do trong ống lồng.

Lớp bó lõi cáp 210 được tạo ra sử dụng chỉ bó cáp để giữ cố định các ống lồng 204, sợi độn 209 và lõi gia cường trung tâm 205 theo hình tròn. Các thành phần chống ẩm là chỉ chống thấm 206 và băng chống thấm 208; chỉ chống thấm 206 được đặt trong các khoảng trống nằm giữa lõi gia cường trung tâm 205 với các ống lồng 204 và sợi độn 209, và chạy dọc theo chiều dài của cáp. Băng chống thấm 208 được quấn chéo bên ngoài và dọc suốt theo chiều dài lõi cáp, băng chống thấm 208 được làm từ các vật liệu chống thấm hoặc chứa các vật liệu chống thấm. Nhờ đó, cơ bản có thể đảm bảo rất tốt sự xâm nhập của nước cũng như hơi nước, hơi ẩm vào lõi cáp, băng chống thấm 208 và chỉ chống thấm 206 này không dẫn điện, cách nhiệt, khó cháy và chống nấm mốc.

Chỉ xé vỏ cáp 207 được đặt ở mặt trong lớp vỏ bọc bên trong 212 hỗ trợ việc tách vỏ cáp khỏi lõi cáp. Lớp vỏ bọc bên trong 212 có thể được làm bằng các loại vật liệu như nhựa PVC, nhựa PE có tỷ trọng trung bình (MDPE) hoặc nhựa HDPE. Thành phần gia cường vỏ cáp được bố trí giữa lớp vỏ bọc bên trong 212 và lớp vỏ bọc bên ngoài 213, thành phần gia cường vỏ cáp này bao gồm các sợi aramid 211 và các dải nhựa gia cường 214. Phía ngoài cùng là lớp vỏ bọc bên ngoài 213 được làm bằng vật liệu nhựa HDPE.

Theo phương án ưu tiên này, cấu trúc cải tiến của cáp quang ADSS theo sáng chế sử dụng thành phần gia cường bổ sung là các dải nhựa gia cường 214 cho lớp vỏ bọc bên ngoài 213 (tạo thành một phần của thành phần gia cường vỏ cáp) để tạo ra khả năng chịu lực căng tốt hơn cho cáp. Các dải nhựa gia cường 214 này được làm từ nhựa HDPE, được tạo ra bằng phương pháp kéo nhựa HDPE nhiều lần có định hướng để tăng cơ tính theo hướng dọc, các dải nhựa gia cường có bề mặt dải nhựa nhẵn tiếp xúc với các sợi aramid và bề mặt dải nhựa nhám tiếp xúc với lớp vỏ bọc bên ngoài.

Ưu tiên là khi sử dụng phương pháp kéo nhựa HDPE nhiều lần có định hướng để tạo ra các dải nhựa gia cường 214, có thể kết hợp gia nhiệt, để các liên kết mạch poly trong nhựa được sắp xếp dọc theo chiều dài của dải nhựa gia cường, giúp tăng cơ tính theo hướng dọc (suất đàn hồi Young – Young's modulus).

Theo một ví dụ cụ thể, như cũng được thể hiện trên hình vẽ, dải nhựa gia cường 214 có thể có tiết diện hình chữ nhật kích thước chiều rộng nằm trong khoảng từ 1,5 đến 3mm, và chiều dài nằm trong khoảng từ 0,5 đến 0,8mm.

Mặc dù không được thể hiện trên các hình vẽ, hai bề mặt bên của dải nhựa gia cường 214 được tạo sao cho một bề mặt là bề mặt nhẵn, bề mặt kia có thể là bề mặt nhám hoặc có các rãnh trên bề mặt giúp gia tăng sự liên kết với nhựa HDPE của lớp vỏ bọc bên ngoài 213, nhờ đó cơ bản là có thể tạo thành một khối thống nhất với lớp vỏ bọc bên ngoài 213 khi lớp vỏ bọc bên ngoài 212 được tạo ra bên ngoài các dải nhựa gia cường 214 (ví dụ, bằng phương pháp ép đùn, chẳng hạn) do chúng cơ nhiều mặt tương đồng với nhau về tính chất vật liệu nhựa HDPE.

Trên Hình 3 thể hiện thành phần gia cường vỏ cáp theo một phương án ưu tiên thực hiện sáng chế.

Như được thể hiện trên Hình 3, thành phần gia cường vỏ cáp được bố trí giữa lớp vỏ bọc bên trong 212 và lớp vỏ bọc bên ngoài 213. Thành phần gia cường vỏ cáp bao gồm các sợi aramid 211 được quấn chéo xung quanh lớp vỏ bọc bên trong để chạy dọc theo chiều dài của cáp, và các dải nhựa gia cường 214 được quấn chéo xung quanh lớp vỏ bọc bên trong để chạy dọc theo chiều dài của cáp, trong đó các dải nhựa gia cường 214 bao xung quanh và tì lên các sợi

aramid 211 và được quấn theo chiều quấn chéo ngược lại so với chiều quấn chéo của các sợi aramid 211 tạo ra góc α giữa chúng.

Ưu tiên là, sợi aramid 211 có thể là sợi aramid được bện xoắn từ nhiều hơn một sợi aramid đơn 211đ (xem Hình 6).

Theo định luật Hooke (Hooke's law), ứng suất tác dụng theo phương dọc trục của sợi Aramid được tính bằng công thức (dựa vào Hình 3):

$$\sigma_x = \frac{E}{(1 - \nu^2)} (\epsilon_x + \nu \epsilon_y)$$

Trong đó:

E – Suất đàn hồi Young;

ν – Tỷ lệ Poisson;

ϵ_x – Độ dịch chuyển theo phương x

ϵ_y – Độ dịch chuyển theo phương y

Trong trường hợp không có sợi nhựa gia cường, đối với sợi aramid, ta có:

$$\epsilon_y = -\nu \epsilon_x \text{ và } \sigma_x = E \epsilon_x;$$

Khi có dải nhựa gia cường 214, giả sử cáp bị kéo giãn tại ϵ . Khi đó, có thể coi, cả sợi aramid 211 và dải nhựa gia cường 214 đều có độ giãn là $\epsilon_x = \epsilon$. Vì dải nhựa gia cường 214 ép chặt lên sợi aramid 211, sẽ làm cho sợi aramid 211 giãn theo phương ngang của sợi này với độ giãn ϵ_y .

$$\epsilon_y = \epsilon_x \sin \alpha = \epsilon_x \alpha; \text{ vì } \alpha \approx 0, \text{ có thể coi } \sin \alpha = \alpha$$

với α là góc giữa sợi aramid 211 và dải nhựa gia cường 214.

$$\alpha = \pi \left(\frac{d}{p_a} + \frac{d+2t_a}{p_p} \right) (\text{rad});$$

p_a – bước bện sợi aramid;

p_p – bước bện sợi gia cường;

d – đường kính vỏ bọc nhựa bên trong;

t_a – độ dày lớp bện aramid;

Ứng suất theo phương dọc trục của sợi aramid trong trường hợp này sẽ là:

$$\sigma_x = \frac{E}{(1 - \nu^2)} (\epsilon_x + \nu \epsilon_x \alpha) > E \epsilon_x$$

Như vậy, dải nhựa gia cường 214 giúp cho sợi aramid 211 chịu lực tốt hơn. Điều này có nghĩa là khi bị kéo đến độ giãn giới hạn, lực kéo căng của sợi aramid 211 trong trường hợp có dải nhựa gia cường 214 sẽ lớn hơn so với khi không có dải nhựa gia cường 214.

Bảng 1 thể hiện ví dụ tính toán định lượng cho trường hợp cáp quang ADSS có dải nhựa gia cường 214 ở lớp vỏ bên ngoài.

Young modulus của sợi aramid: $E := 110\text{GPa}$

Độ giãn giới hạn của cáp: $\varepsilon_x := 1.5\%$

Aramid 3160 dtex $\text{dtex} := 0.316 \frac{\text{kg}}{\text{km}}$

Khối lượng riêng của aramid: $\rho := 1440 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Aramid Poisson ratio: $\nu := 0.36$

Diện tích thiết diện aramid: $A := \frac{\text{dtex}}{\rho} = 0.219\text{mm}^2$

Đường kính ngoài vỏ bọc nhựa lần 1: $d := 10\text{mm}$

Độ dày lớp bên aramid $t_a := 0.4\text{mm}$

Bước bên sợi aramid: $p_a := 500\text{mm}$

Bước bên sợi nhựa gia cường: $p_p := 750\text{mm}$

Góc giữa sợi nhựa gia cường và sợi aramid: $\alpha := \pi \left(\frac{d}{p_a} + \frac{d + 2t_a}{p_p} \right) = 0.108$

Độ giãn của sợi aramid theo phương ngang sợi: $\varepsilon_y := \varepsilon_x \cdot \alpha = 0.162\%$

Ứng suất sợi aramid tại độ giãn giới hạn: $\sigma_x := \frac{E}{1 - \nu^2} \cdot (\varepsilon_x + \nu \cdot \varepsilon_y) = 1.969\text{GPa}$

Lực tác dụng lên sợi aramid tại độ giãn giới hạn: $F := \sigma_x \cdot A = 432.181\text{N}$

SO SÁNH KHI KHÔNG DÙNG SỢI NHỰA GIA CƯỜNG:

Ứng suất sợi aramid tại độ giãn giới hạn: $\sigma_{xo} := E \cdot \varepsilon_x = 1.65\text{GPa}$

Lực tác dụng lên sợi aramid tại độ giãn giới hạn: $F_o := \sigma_{xo} \cdot A = 362.083\text{N}$

Như vậy, khả năng chịu lực của sợi aramid tăng $f := \frac{F - F_o}{F_o} = 19.36\%$

Số nhóm aramid khi không dùng sợi nhựa: $N := 24$

Số nhóm aramid có thể giảm khi dùng sợi nhựa: $N_a := \text{round}(f \cdot N) = 5$

Bảng 1

Cáp ADSS trong ví dụ theo Bảng 1 là cáp ADSS có khoảng vượt 200m, sử dụng 24 nhóm aramid 3160dtex. Khi đưa sợi nhựa gia cường vào bên cùng sợi aramid, số lượng aramid có thể tối ưu được là 5 nhóm. Nghĩa là chỉ cần dùng 19 nhóm.

Ngoài ra, khi dính chặt với nhựa HDPE thành một lớp vỏ nhựa, dải nhựa gia cường cũng giúp tăng cơ tính của lớp vỏ do cơ tính của chúng cao hơn cơ tính của nhựa HDPE thông thường (0,9GPa đối với dải nhựa gia cường và 0,7GPa đối với nhựa HDPE).

Theo các phương án khác không được thể hiện trên hình vẽ, dải nhựa gia cường có thể được đưa vào lớp vỏ ngoài bằng nhiều cách khác nhau như ép chặt vào lớp gia cường aramid (được tạo ra bởi các sợi gia cường aramid 211 sau khi quấn xung quanh lớp vỏ bọc bên trong 212) trước khi tạo lớp vỏ bọc bên ngoài 213 hoặc được đặt dọc, cuốn vào lớp gia cường aramid sau đó đùn nhựa HDPE tạo lớp vỏ bọc bên ngoài cho cáp.

Với cấu trúc đã biết theo kỹ thuật hiện tại, độ kéo giãn giới hạn của cáp quang ADSS bằng độ kéo giãn giới hạn của sợi quang trong các ống lồng, chỉ vào khoảng 1,4%-1,5%, khi các sợi quang bị suy hao hay đứt. Cáp hỏng trong khi các thành phần gia cường khác vẫn còn dư khả năng chịu lực. Như vậy không tận dụng được hết khả năng của các sợi gia cường.

Trên Hình 4(a) và Hình 4(b) thể hiện cấu trúc cáp quang ADSS theo hai phương án bọc nhựa chặt và bọc nhựa lỏng đối với lớp vỏ bọc bên trong 212. Với việc tạo không gian cho các ống lồng di chuyển tự do như thể hiện trên Hình 4(b), các ống lồng sẽ không bị kéo căng cùng với cáp. Vì vậy, giới hạn kéo của cáp sẽ được tăng lên đáng kể, khoảng 1,6% - 1,7%, là giới hạn kéo của sợi aramid. Như vậy, lực căng tối đa cho phép (MAT) của cáp cũng được tăng lên, là cơ sở để có thể giảm lượng sợi aramid cần dùng cho cáp. Để tạo được không gian cho các ống lồng di chuyển, chỉ bó và lớp vỏ bọc bên trong 212 không bọc/dính chặt vào lõi.

Theo một phương án thực hiện, để giảm lượng sợi aramid sử dụng cho lớp gia cường aramid mà vẫn đảm bảo được lực căng tối đa cho hoạt động (MOT) sáng chế đề xuất phương án tăng kích thước lõi gia cường trung tâm (sợi FRP). Về bản chất, sáng chế sử dụng vật liệu gia cường giá thành rẻ FRP để tiết kiệm

vật liệu gia cường giá thành đắt hơn là sợi aramid. Khi tăng kích thước của lõi gia cường trung tâm, có thể giảm được lượng sợi aramid dùng trong cáp, qua đó giảm được chi phí sản xuất cáp.

Như được thể hiện trên Hình 5(a) và Hình 5(b), so sánh hai phương án, trong đó sợi độn có dạng hình tròn và sợi độn có dạng hình elip.

Thông thường, như được thể hiện trên Hình 5(a), các ống lồng 304 và các sợi độn 309, được bố trí bên trong vỏ bọc bên trong 312, đều có dạng hình tròn có bán kính bằng nhau, được bố trí liên sát nhau xung quanh lõi gia cường trung tâm 305 sao cho tạo ra khoảng không gian bên trong mà được chiếm chỗ bởi lõi gia cường trung tâm 305. Theo cách này, Nếu kích thước của các ống lồng 304 không thay đổi (thường phụ thuộc vào kích cỡ các sợi quang), thì việc tăng kích thước lõi gia cường trung tâm 305 là tương đối khó. Trong thực tế, các kích thước này nói chung là không cố định mà có thể thay đổi theo tiêu chuẩn, tuy nhiên khi muốn tăng kích thước lõi gia cường trung tâm 305, thì kích thước của các ống lồng 304 và các sợi độn 309 có thể cũng cần được tăng lên tương ứng.

Theo phương án ưu tiên, sợi độn 409 được tạo ra có dạng elip, được bố trí bên trong vỏ bọc bên trong 412. Các ống lồng 404 có dạng hình tròn có bán kính bằng với bán kính trục nhỏ của các sợi độn 409 có dạng hình elip. Khi các ống lồng 404 và các sợi độn 409 được bố trí liên sát nhau xung quanh lõi gia cường trung tâm 405 sao cho các bán kính trục lớn của các sợi độn cơ bản là vuông góc với hướng hướng kính của lõi gia cường trung tâm 405, có thể tạo ra khoảng không gian lớn nhất bên trong mà được chiếm chỗ bởi lõi gia cường trung tâm 405. Theo đó, khi lõi gia cường trung tâm 405 được chiếm chỗ cơ bản là hết khoảng không gian này, lõi gia cường trung tâm 405 sẽ có kích thước được tối đa hóa.

Để xác định lượng aramid có thể tiết kiệm được khi dùng sợi FRP đường kính lớn hơn, có thể sử dụng công thức tính lực căng như sau:

$$F = \varepsilon EA,$$

với: ε – độ giãn của sợi;

E – Young's modulus của vật liệu;

A – diện tích thiết diện ngang của sợi;

Khi sử dụng sợi FRP có đường kính d_1 thay cho sợi FRP có đường kính d_2 ($d_1 > d_2$), số lượng aramid có thể giảm được là:

$$\Delta A_{ARD} = \frac{E_{FRP} \Delta A_{FRP}}{E_{ARD}} = \frac{E_{FRP} \pi (d_1^2 - d_2^2)}{4 E_{ARD}}$$

với: ΔA_{ARD} – diện tích thiết diện lớp sợi aramid có thể giảm đi;

ΔA_{FRP} – gia tăng diện tích thiết diện sợi FRP khi thay sợi đường kính d_2 bằng d_1 ;

E_{FRP} - Young's modulus của vật liệu FRP, $E_{FRP} = 50 \text{ GPa}$;

E_{ARD} - Young's modulus của vật liệu aramid, $E_{ARD} = (100..120) \text{ GPa}$;

Trên thực tế, khi thay sợi FRP đường kính 2,3mm bằng sợi FRP đường kính 2,5mm, có thể rút ra hai nhóm aramid 1600 dtex (hoặc 1580) hay một nhóm aramid 3220 dtex (hoặc 3160). Khi thay sợi FRP đường kính 2,5mm bằng sợi FRP đường kính 2,7mm, có thể rút ba nhóm aramid 1600dtex. Khi thay FRP đường kính 2,7mm bằng FRP đường kính 3mm, có thể rút hai nhóm aramid 3220 dtex. Thông thường, kích thước sợi gia cường trung tâm FRP bị ràng buộc bởi các yếu tố dưới đây.

(i) Số lượng ống lồng và sợi độn bên xung quanh sợi FRP. Cần phải đảm bảo sao cho ống lồng và sợi độn phủ đều và kín bề mặt sợi trung tâm FRP. Như vậy, cáp mới được tròn.

(ii) Kích thước đường kính giới hạn của cáp và yêu cầu của các kích thước các thành phần khác. Thông thường trong yêu cầu kỹ thuật của cáp, kích thước cáp sẽ phải nhỏ hơn một giá trị nhất định. Trong khi đó, các kích thước khác như chiều dày các lớp vỏ bọc, đường kính ống lồng cần phải lớn hơn một giá trị yêu cầu.

Vì vậy, việc sử dụng sợi gia cường trung tâm có kích thước lớn cần phải được cân nhắc kỹ càng trong từng trường hợp. Bảng 2 dưới đây thể hiện kích thước sợi FRP được cải tiến so với kích thước sợi FRP thông thường (tiêu chuẩn) tương ứng đối với mỗi khoảng vượt của cáp:

Số thứ tự	Khoảng vượt của cáp ADSS	Kích thước sợi FRP thông thường (tiêu chuẩn)	Kích thước sợi FRP cải tiến
1	100m	2,3mm	2,5mm; 2,7mm
2	150m	2,3mm	2,5mm; 2,7mm
3	200m	2,5mm	2,7mm; 3,0mm
4	300m	2,5mm	2,7mm; 3,0mm

Bảng 2

Trong cấu trúc cáp truyền thống, tiết diện của sợi độn là hình tròn thường có đường kính bằng đường kính ống lồng. Khi sử dụng lõi gia cường trung tâm có kích thước lớn hơn kích thước thông thường (tiêu chuẩn), có thể dùng sợi độn không tròn mà có dạng hình elip, kích thước của sợi độn được tính toán sao cho ống lồng và sợi độn phủ kín sợi FRP, đảm bảo cho cáp được tròn, ví dụ: sợi độn có thể có độ dài trục nhỏ bằng đường kính ống lồng và độ dài trục lớn được tính toán sao cho đáp ứng yêu cầu.

Theo một phương án thực hiện, sáng chế đề xuất phương án tăng cơ tính và khả năng chịu lực kéo giãn của sợi gia cường aramid hay các sợi tương đương bằng cách xoắn, chập bện các sợi với nhau. Một sợi dây kết hợp từ các sợi xoắn lại với nhau sẽ có được độ giãn tốt hơn so với sợi dây kết hợp từ các sợi để xoắn chập song song với nhau. Bằng thực nghiệm với các sợi aramid khác nhau, cho thấy rằng khi bện hay xoắn các sợi aramid với nhau, độ kéo giãn giới hạn của sợi được tăng tỷ lệ nghịch với bước bện hay xoắn. Nghĩa là bước bện hay xoắn càng thấp, sợi càng giãn được nhiều hơn. Nhưng nếu bước bện hay xoắn quá nhỏ sẽ dẫn đến sự biến dạng của sợi. Vì vậy để có được khả năng chịu lực kéo tối ưu, mỗi loại dây sẽ có 1 bước xoắn khác nhau. Kết quả thực nghiệm cho thấy, với sợi aramid để xoắn, độ giãn dài giới hạn khoảng 1,5% đến 1,6%. Khi được xoắn hay bện lại, độ giãn dài của các sợi này tăng lên 1,7% đến 1,75%. Có hai cách làm gia tăng khả năng chịu kéo của sợi:

(i) Đối với các sợi aramid nhỏ (1000dtex đến 4000 dtex), chập bện hai hay nhiều nhóm sợi aramid với nhau. Cần phải đảm bảo rằng, trong quá trình chập bện, tất cả các sợi aramid đều chịu lực căng đều như nhau.

(ii) Đối với các sợi aramid to (6000 dtex trở lên) có thể xoắn riêng từng sợi.

Một lưu ý quan trọng là khi đưa các sợi aramid đã bện chập hay xoắn vào bện trong cáp, cần phải sử dụng các sợi aramid giống nhau cả về kích thước, phương pháp chập bện, xoắn và các thông số kỹ thuật khác của quá trình chập bện, xoắn như lực căng, bước bện, bước xoắn.

Trên đây, sáng chế đã được mô tả chi tiết theo các phương án ưu tiên thực hiện, và có thể kèm theo các phương án thay thế hoặc tương đương hoặc các ví dụ cụ thể, sử dụng các mô tả và thuật ngữ phù hợp để người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này có thể hiểu và thực hiện được giải pháp theo sáng chế. Vì vậy, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể dễ dàng tạo ra các thay đổi, cải biến, hoặc thay thế tương đương dựa vào các nội dung và phương án được mô tả. Do đó, các thay đổi, cải biến, hoặc thay thế tương đương này được coi là không nằm ngoài phạm vi của sáng chế, và phạm vi bảo hộ của sáng chế hiển nhiên là không bị giới hạn bởi các nội dung và phương án được mô tả mà được xác định trong yêu cầu bảo hộ dưới đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Cáp quang tự treo không chất dẫn điện (All Dielectric Self Supported Optical Cable - ADSS) có cấu trúc cải tiến, cáp quang này bao gồm:

lõi gia cường trung tâm có dạng hình tròn được làm bằng nhựa được gia cường sợi (FRP - Fiber Reinforced Plastics);

các ống lồng có kích thước giống nhau để chứa các sợi quang trong đó;

các sợi độn có kích thước giống nhau được bố trí cùng với các ống lồng để bao quanh lõi gia cường trung tâm;

lớp bó lõi cáp được bố trí bên ngoài các sợi độn và các ống lồng để bó và định hình các sợi độn và các ống lồng xung quanh lõi gia cường trung tâm;

vỏ cáp được tạo ra từ lớp vỏ bọc bên trong và lớp vỏ bọc bên ngoài, vỏ cáp này có thành phần gia cường vỏ cáp được bố trí giữa lớp vỏ bọc bên trong và lớp vỏ bọc bên ngoài;

trong đó:

các ống lồng có dạng hình tròn có bán kính bằng với bán kính trục nhỏ của các sợi độn có dạng hình elip, và các ống lồng và các sợi độn được bố trí liên sát nhau xung quanh lõi gia cường trung tâm sao cho tạo ra khoảng không gian lớn nhất bên trong mà được chiếm chỗ bởi lõi gia cường trung tâm;

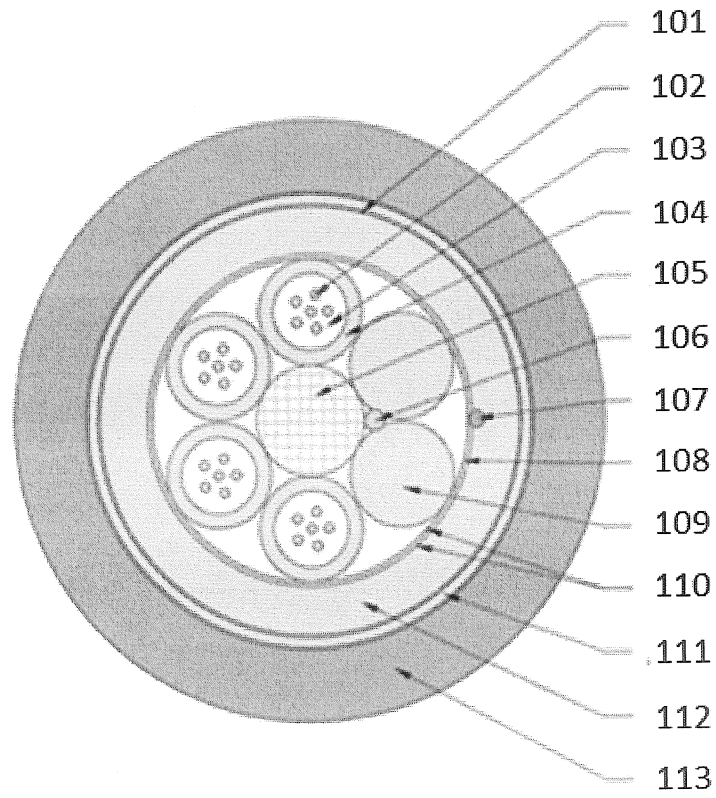
lõi gia cường trung tâm có kích thước được tối đa hóa để bố trí bên trong khoảng không gian nêu trên mà được tạo ra bởi các ống lồng và các sợi độn;

thành phần gia cường vỏ cáp bao gồm các sợi aramid được quấn chéo xung quanh lớp vỏ bọc bên trong để chạy dọc theo chiều dài của cáp, và các dải nhựa gia cường được quấn chéo xung quanh lớp vỏ bọc bên trong để chạy dọc theo chiều dài của cáp, trong đó các dải nhựa gia cường bao xung quanh và tì lên các sợi aramid và được quấn theo chiều quấn chéo ngược lại so với chiều quấn chéo của các sợi aramid,

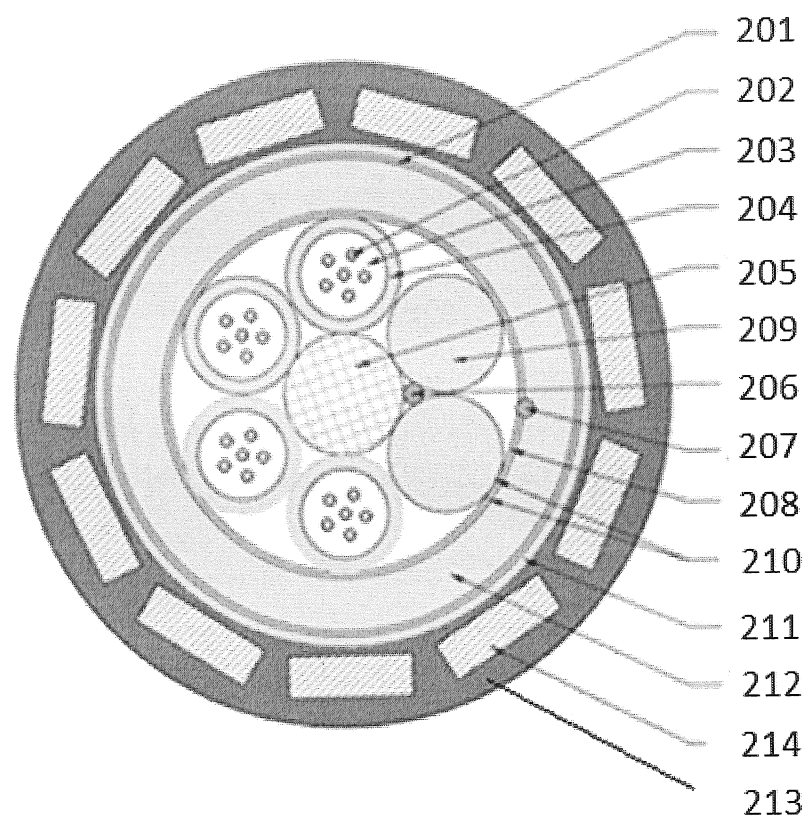
trong đó các dải nhựa gia cường được làm từ nhựa PE có tỷ trọng cao (HDPE – High Density Polyethylene), được tạo ra bằng phương pháp kéo nhựa HDPE nhiều lần có định hướng để tăng cơ tính theo hướng dọc, các dải nhựa gia

cường có bề mặt dải nhựa nhẵn tiếp xúc với các sợi aramid và bề mặt dải nhựa nhám tiếp xúc với lớp vỏ bọc bên ngoài.

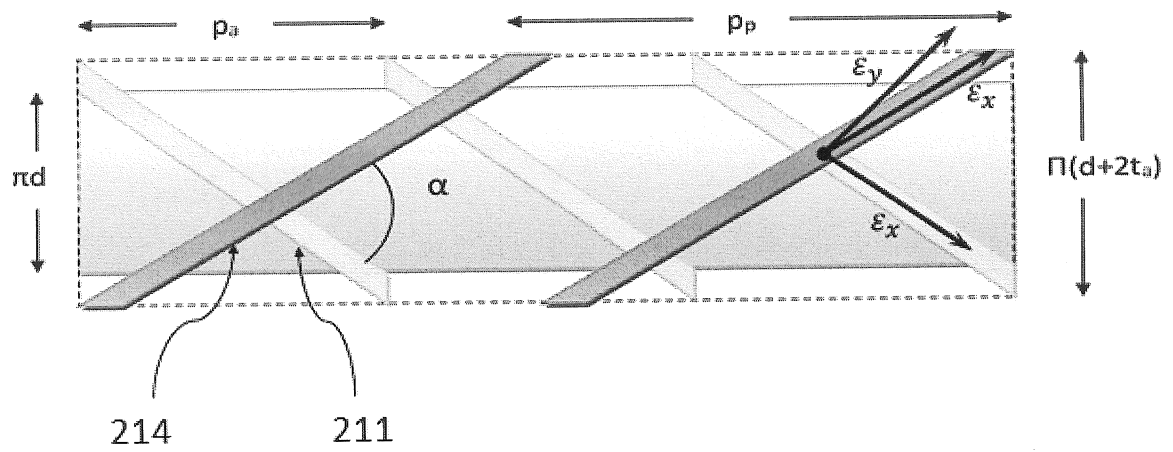
2. Cáp quang theo điểm 1, trong đó các sợi armid có thể là các sợi aramid được bện xoắn từ nhiều hơn một sợi aramid đơn.
3. Cáp quang theo điểm 1 hoặc 2, trong đó lớp vỏ bọc bên ngoài được làm từ nhựa HDPE.
4. Cáp quang theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó lớp vỏ bọc bên trong có thể được làm từ vật liệu được lựa chọn trong số nhựa PVC, nhựa PE có tỷ trọng trung bình (MDPE), nhựa HDPE, hoặc vật liệu tương tự.
5. Cáp quang theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó lớp bó lõi cáp được tạo ra từ chỉ bó cáp.
6. Cáp quang theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó cáp này còn bao gồm băng chống thấm và chỉ chống thấm được bố trí bên trong lớp vỏ bọc nhựa bên trong và bao xung quanh lớp bó lõi cáp để ngăn sự xâm nhập của nước cũng như hơi nước, hơi ẩm xâm nhập và bên trong.
7. Cáp quang theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó cáp này còn bao gồm chỉ xé vỏ cáp đặt ở mặt trong của lớp vỏ bọc bên trong.
8. Cáp quang theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó các ống lồng hợp được bổ sung chất điền đầy vào bên trong để bao quanh các sợi quang sao cho vẫn đảm bảo các sợi quang dễ dàng di chuyển bên trong ống lồng.



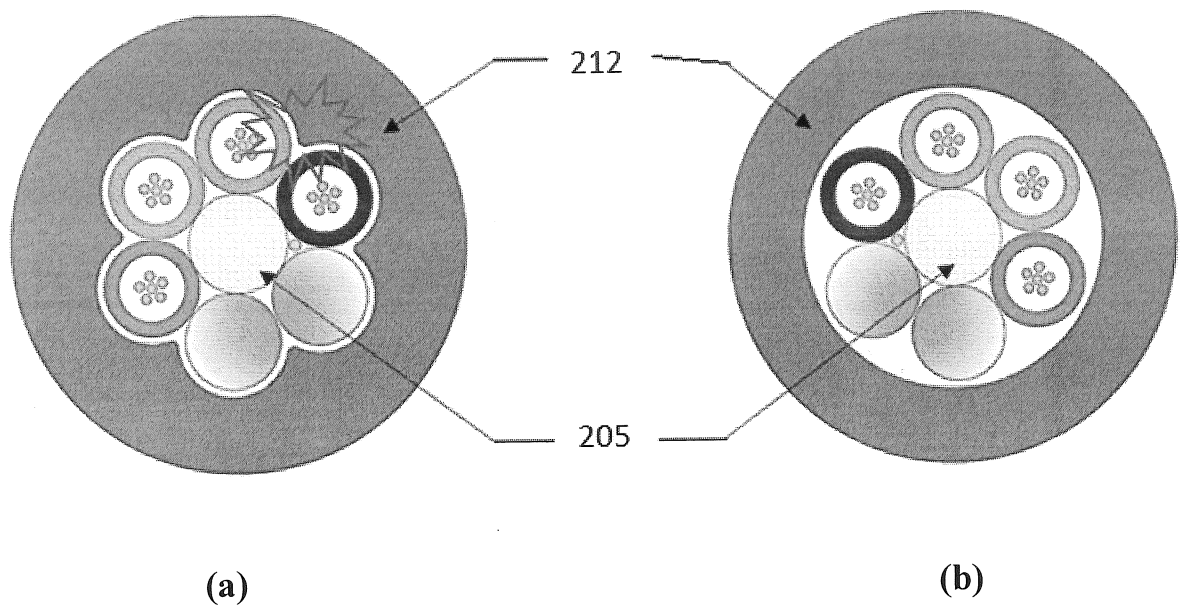
Hình 1



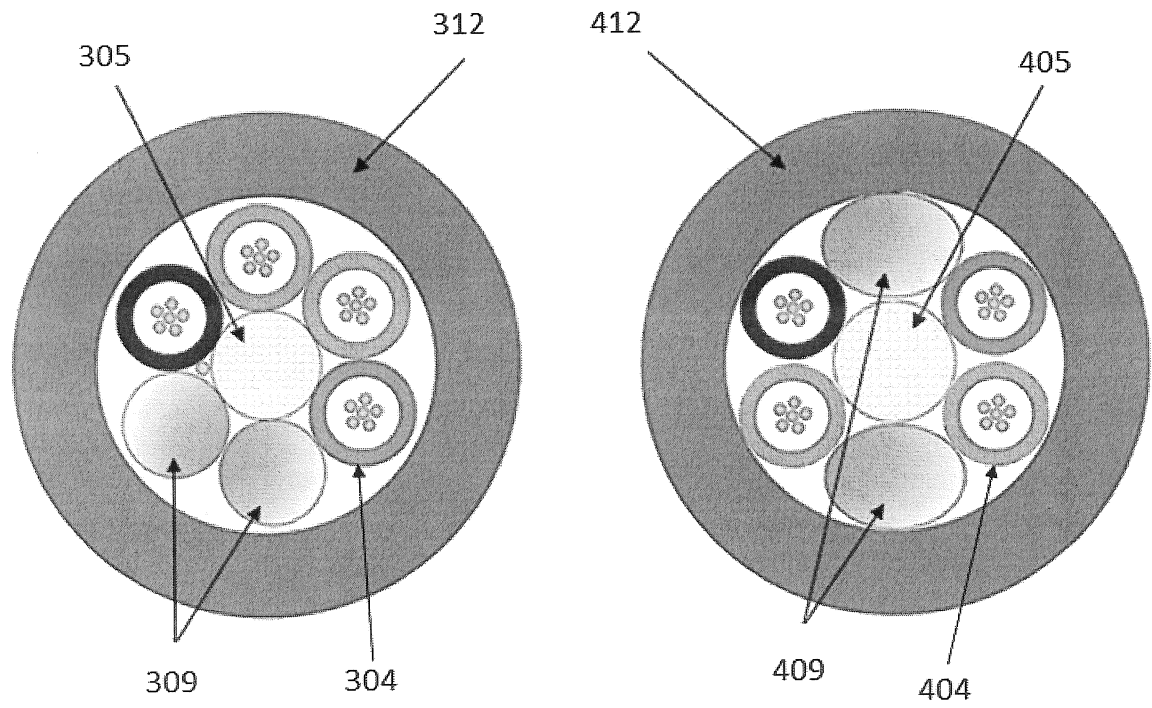
Hình 2



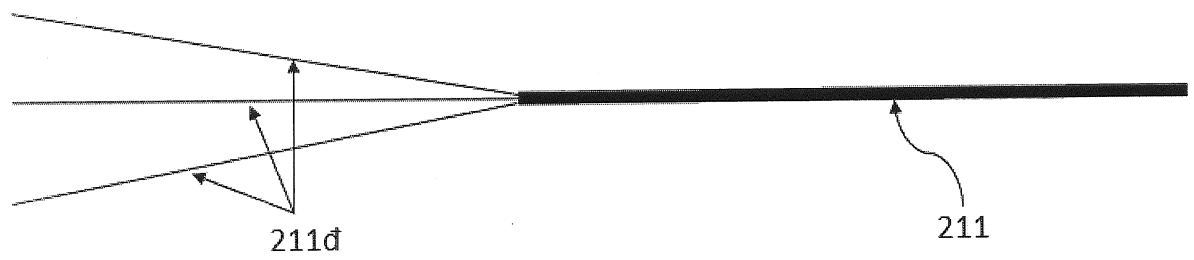
Hình 3



Hình 4



Hình 5



Hình 6