



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

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

(11)



1-0048687

(51)^{2022.01} H01P 1/16; G01J 7/00; G01N 21/21;
G01N 21/77; H01P 3/20; H01P 11/00;
H01P 3/00; G01J 4/00; G02B 6/10

(13) B

(21) 1-2022-08527

(22) 27/12/2022

(45) 25/07/2025 448

(43) 27/03/2023 420A

(73) Đại học Bách Khoa Hà Nội (VN)

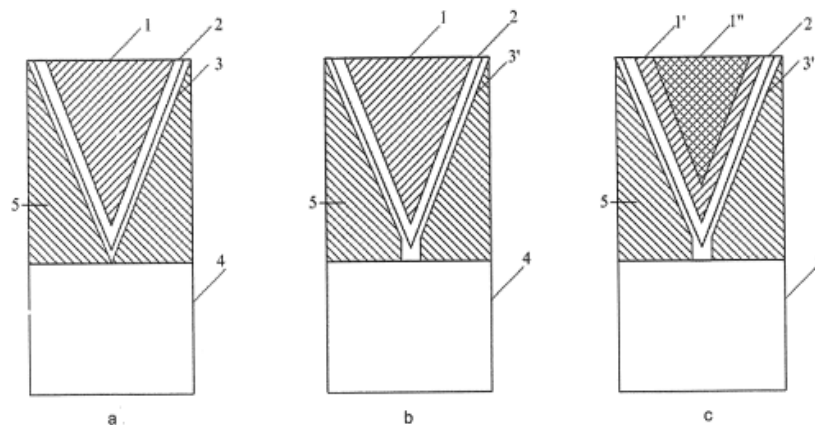
Số 1 Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội

(72) Chu Mạnh Hoàng (VN).

(54) KÊNH DẪN SÓNG PLASMON KHE HẸP LAI TÙY BIẾN VỚI KÊNH KIM LOẠI
ĐƯỢC BẢO VỆ TRONG MÔI TRƯỜNG HOẠT ĐỘNG

(21) 1-2022-08527

- (57) Sáng chế đề cập đến kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai tùy biến với kênh kim loại được bảo vệ bởi một lớp điện môi oxit mỏng trơ với môi trường hoạt động. Cấu trúc của kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai bao gồm một kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao kết cặp với một kênh dẫn kim loại plasmonic thông qua một lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp. Lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp ở đây là lớp điện môi oxit mỏng trơ với môi trường hoạt động. Kênh dẫn kim loại được tạo từ kim loại có tính chất dẫn sóng plasmon tốt nhưng dễ bị oxy hóa, nhưng nó cũng có thể được tạo từ kim loại có tính chất trơ về mặt hóa học. Giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao được thu nhỏ kích thước để có thể điều khiển tích chất truyền dẫn sóng plasmon bằng cách nhiễu loạn trường rìa ở giao diện. Trường rìa có thể được nhiễu loạn thông qua điều khiển chiết suất của môi trường bao quanh giao diện. Kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao có thể có mặt cắt ngang có bất kỳ hình dạng như hình chữ nhật, hình vuông, hình tam giác, hình tròn, hình thang hoặc kênh dẫn sóng có đế phía dưới. Kênh dẫn sóng kim loại có thể có bất kỳ một hình dạng như nêm chữ V, hình tam giác, hình chữ nhật, hình thang, hình vành khăn. Kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao có thể được chế tạo bằng kỹ thuật khắc, ăn mòn dị hướng hoặc ăn mòn khô. Kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao có thể sử dụng các vật liệu điện môi khác, có thể là vật liệu thụ động hoặc tích cực hoặc vật liệu có tính chất khuếch đại quang. Lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp và lớp kim loại được tạo bằng phương pháp lắng đọng vật lý như phún xạ, oxy hóa, bốc bay. Giao diện giữa kênh kim loại và kênh dẫn sóng điện môi chỉ số khúc xạ cao được tạo bằng kỹ thuật vi cơ điện tử.



Hình 1.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến kênh dẫn sóng plasmon lai tùy biến với giao diện điện môi kim loại được bảo vệ trong môi trường hoạt động. Cấu trúc của kênh dẫn sóng bao gồm một kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao kết cặp với một kênh dẫn kim loại plasmonic thông qua một lớp điện môi chỉ số thấp. Kênh dẫn kim loại được làm từ kim loại có tính chất dẫn sóng plasmon tốt nhưng dễ bị oxy hóa cũng như kim loại có tính chất trở về mặt hóa học. Giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao được thu nhỏ kích thước để có thể điều khiển tích chất truyền dẫn sóng thông qua điều khiển chiết suất của môi trường bao quanh giao diện.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai dựa trên truyền dẫn sóng được tạo ra trong khe hẹp điện môi chỉ số thấp giữa kênh dẫn sóng plasmon bằng kim loại và kênh dẫn sóng điện môi chỉ số cao có ưu điểm vượt trội so với kênh dẫn sóng plasmon dựa trên giao diện kim loại/điện môi đơn như diện tích mode truyền nhỏ trong khi có khoảng cách truyền lớn. Một số kim loại dẫn sóng plasmon đã được nghiên cứu như Ag, Au, Al, Cu, ... Trong những kim loại này, kênh dẫn sóng plasmon dựa trên kim loại Ag có tính chất dẫn sóng plasmon tốt hơn các kim loại khác. Tuy vậy, Ag lại dễ bị ảnh hưởng bởi môi trường làm việc như dễ bị oxy hóa và ăn mòn. Để khắc phục hiện tượng này, một số nghiên cứu đã đề xuất phủ một lớp kim mỏng và trở với môi trường hoạt động để bảo vệ lớp kim loại Ag có tính chất dẫn sóng plasmon tốt hơn. Ví dụ: cấu trúc kim loại lớp kép bao gồm một lớp kim loại mỏng trở với môi trường là Au phủ trên kênh kim loại Ag dạng nêm đã được báo cáo trong bài báo “Enhancing Propagation Length of Surface Plasmon Polaritons by Using Metallic Double-Layer Structure” của nhóm tác giả Manh Hoang Chu và Minh-Tuan Trinh, đăng trong tạp chí “IEEE Photonics Journal”. Tuy vậy, lớp bảo vệ bằng kim loại gây ra suy hao ohmic khi truyền dẫn sóng plasmon. Do vậy, nghiên cứu gần đây đã đề xuất lớp phủ bảo vệ bằng điện môi. Ví dụ, trong bài báo “Plasmon Wave Propagation Property of Metal Wedge Plasmonic Waveguides Covered by a Protective Oxide Layer” của nhóm tác giả Vu Thi Ngoc Thuy và Chu Manh Hoang, đăng trong tạp chí “Communications in Physics”, trong bài báo này, các tác giả đã đề xuất cấu trúc dẫn sóng plasmon dựa trên nêm kim loại Ag được phủ một lớp bảo vệ mỏng bằng SiO₂. Tuy vậy, kênh

dẫn sóng plasmon khe hẹp lai dựa trên cấu trúc kim loại phủ bảo vệ vẫn chưa được đề xuất. Hơn nữa, trong các báo cáo trước đây, kênh dẫn sóng plasmon lai dạng nôm kim loại, lớp điện môi nằm giữa kênh dẫn kim loại và kênh điện môi chỉ số cao thường ở dạng một môi trường rắn hoặc môi trường không khí toàn bộ, có nghĩa là toàn bộ kênh dẫn kim loại và kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao được nhúng hoàn toàn vào một môi trường điện môi có chiết suất thấp hoặc môi trường không khí. Ví dụ, kênh dẫn sóng kim loại dạng nôm có cấu trúc lớp kép và kênh điện môi trong tài liệu trích dẫn đầu tiên đã được đặt hoàn toàn trong môi trường không khí. Do đó, để điều khiển trường rìa ở giao diện điện môi giữa nôm kim loại và kênh dẫn điện môi chỉ số cao là không thực hiện được.

Để khắc phục các vấn đề nêu trên, trong sáng chế này, kênh dẫn sóng plasmon lai có cấu trúc giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao được thu nhỏ để có thể điều khiển nhiều loạn trường rìa để điều khiển đặc trưng truyền sóng plasmon ở kích thước nano. Cấu trúc giao diện được đề xuất có thể ứng dụng cho các kim loại có tính chất dẫn sóng plasmon tốt nhưng không ổn định với môi trường làm việc cũng như các kim loại ổn định với môi trường làm việc.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai có bề mặt kim loại được bảo vệ; đồng thời giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao được tối ưu để không ảnh hưởng đến tính chất một truyền, trong khi, kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai có thể hoạt động trong môi trường hoặc sử dụng môi trường xung quanh có chiết suất có thể thay đổi hoặc nhiều loạn trường rìa để điều khiển đặc trưng truyền sóng plasmon. So với các cấu trúc kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai được công bố trước đây, giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao thường là cấu trúc không thể nhiều loạn để điều khiển tính chất truyền sóng; hoặc điều khiển được nhưng chỉ áp dụng được với các kim loại trơ về mặt hóa học. Tuy nhiên, các kim loại trơ về hóa học thường không có tính chất dẫn sóng plasmon tốt như các kim loại dễ bị oxy hóa và ảnh hưởng của môi trường hoạt động như Ag. Để đạt được mục đích nêu trên, kênh dẫn sóng plasmon lai theo sáng chế hiện tại bao gồm: một kênh điện môi có chiết suất cao có thể có mặt cắt ngang có bất kỳ hình dạng như hình chữ nhật, hình vuông, hình tam giác, hình tròn, hình thang hoặc kênh dẫn sóng có đế phía dưới, chỉ số chiết suất của kênh điện môi có chiết suất cao có thể thay đổi, phía trên kênh điện môi chỉ số cao là một lớp điện môi chỉ số thấp và kênh kim loại (Hình 1a). Đối với thiết kế cấu trúc giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao, sáng chế này đưa ra các phương án để thực hiện như sau:

Đối với cấu trúc giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao có dạng nêm chữ V, sáng chế này đưa ra 3 phương án thực hiện như sau:

Theo phương án 1:

Hình 1a minh họa mặt cắt ngang của kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai với kênh dẫn kim loại dạng nêm chữ V được phủ một lớp điện môi oxit mỏng bảo vệ đồng thời cũng là lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp, lớp điện môi oxit trong trường hợp này được định dạng hình nêm chữ V như kênh kim loại, kênh kim loại phủ lớp điện môi oxit này được kết cặp với kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao;

Theo phương án 2:

Hình 1b minh họa mặt cắt ngang của kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai với kênh dẫn kim loại dạng nêm chữ V được phủ một lớp điện môi oxit mỏng bảo vệ đồng thời cũng là lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp, lớp điện môi oxit trong trường hợp này được định dạng hình chữ nhật; kênh kim loại phủ lớp điện môi oxit này được kết cặp với kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao;

Theo phương án 3:

Hình 1c minh họa mặt cắt ngang của kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai với kênh dẫn kim loại dạng nêm chữ V được phủ một lớp điện môi oxit mỏng bảo vệ đồng thời cũng là lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp, lớp điện môi oxit trong trường hợp này cũng có định dạng hình chữ nhật, nhưng kênh điện môi định dạng hình nêm kim loại có cấu trúc dạng vỏ lõi, chiết suất lõi có thể thay đổi, kênh kim loại phủ lớp điện môi oxit này được kết cặp với kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao;

Ngoài kênh kim loại dạng nêm chữ V với giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao như trình bày trong hình 1, sáng chế đưa ra giao diện được thu nhỏ hơn nữa trong hình 2:

Theo phương án 1:

Hình 2a minh họa mặt cắt ngang kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai tương tự hình 1b, tuy nhiên, kênh dẫn kim loại được thu nhỏ theo chiều cao;

Theo phương án 2:

Kênh dẫn sóng plasmon tương tự hình 2a, tuy nhiên, giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao được thu nhỏ thêm nữa theo rộng;

Theo phương án 3:

Như được thể hiện trên hình 2c và hình 2d, nêm kim loại có dạng một tam giác, kích thước nêm kim loại được thu nhỏ theo chiều cao (hình 2c) và theo cả chiều cao và chiều rộng (hình 2d);

Theo phương án 4

Hình 2e minh họa mặt cắt ngang của kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai với kênh dẫn kim loại hình chữ nhật hoặc vuông được bao phủ bởi một lớp oxit mỏng bảo vệ đồng thời cũng là lớp điện môi chỉ số thấp;

Theo phương án 5

Hình 2f minh họa mặt cắt ngang của kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai với kênh dẫn kim loại hình thang bao phủ bởi một lớp oxít mỏng bảo vệ đồng thời cũng là lớp điện môi chỉ số thấp; đáy nhỏ của kênh kim loại hình thang tạo ra giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao.

Theo phương án 6:

Hình 2g minh họa mặt cắt ngang của kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai với kênh dẫn kim loại có dạng hình bán nguyệt có kích thước thu nhỏ cả chiều cao và chiều rộng.

Các phương án đưa ra trong hình 1 và hình 2 được trình bày có thể áp dụng cho các kim loại trơ với môi trường hoạt động, trong trường hợp này, lớp kim loại có thể không cần phủ lớp bảo vệ;

Đối với lớp điện môi chỉ số thấp ngoài việc sử dụng vật liệu điện môi có chỉ số thấp và khác với vật liệu kênh dẫn sóng điện môi chỉ số cao, lớp điện môi có chỉ số hiệu dụng thấp có thể được tạo từ vật liệu như kênh dẫn sóng điện môi chỉ số cao như được thể hiện trên hình 3 cho các kênh dẫn sóng điện môi kim loại dạng hình nêm chữ V (hình 3 a), hình chữ nhật (hình 3 b), hình thang (hình 3 c), và hình bán nguyệt (hình 3 d).

Để tạo môi trường nhiễu loạn, đặc biệt đối với kênh dẫn chất lỏng có thể bố trí thêm một lớp vỏ phía trên, có thể là trong suốt, để tạo kênh dẫn chất lỏng, có thể quan sát cũng như điều khiển chiết suất, chẳng hạn dùng hiệu ứng quang điện như hình 4, hình nêm chữ V (hình 4 a), hình chữ nhật (hình 4 b), hình thang (hình 4 c), và hình bán nguyệt (hình 4 d).

Đối với thiết kế kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao, mặt cắt ngang có thể có các hình dạng như hình chữ nhật, hình vuông, hình tam giác, hình tròn, hình thang hoặc kênh dẫn sóng có đế phía dưới; chiết suất của kênh điện môi chỉ số cao có thể được điều khiển để tạo kênh dẫn sóng plasmonic lai tùy biến.

Các cấu trúc kênh dẫn sóng plasmon lai được đưa ra trong các phương án có thể được chế tạo dựa trên công nghệ vi cơ điện tử như quang khắc, ăn mòn ướt hoặc ăn mòn khô. Việc lắng đọng lớp điện môi chỉ số thấp và lớp kim loại có thể được thực hiện bằng phương pháp lắng đọng được ứng dụng phổ biến trong thực tế như phương pháp lắng đọng vật lý, hóa học hoặc oxy hóa nhiệt. Ví dụ, lắng đọng lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp như oxít Silic và lớp kim loại có thể sử dụng phương pháp phún xạ. Cấu trúc kênh dẫn sóng plasmon ngoài dạng đơn kênh như hình 1, hình 2, hình 3 và hình 4, chúng cũng có thể cấu trúc dạng đa kênh (mảng). Việc điều khiển tính chất truyền sóng plasmon được thực hiện bằng cách điều khiển chiết suất môi trường bao quanh giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao, điều khiển được thực hiện bằng cách thay đổi chiết suất môi trường rắn hoặc lỏng bao quanh cấu trúc giao diện,

điều khiển tính chất truyền sóng plasmon hiệu quả khi kích thước giao diện được thu nhỏ và có dạng hình chữ nhật.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn thông qua các phương án thực hiện, các phương án này được minh họa bởi các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Hình 1 minh họa 3 hình dạng mặt cắt ngang của kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai được đề xuất trong sáng chế này: hình 1a dạng kênh kim loại dạng nêm chữ V được phủ một lớp điện môi oxit mỏng chỉ số khúc xạ thấp; hình 1b dạng kênh kim loại được phủ một lớp điện môi oxit mỏng chỉ số khúc xạ thấp có dạng hình chữ nhật; hình 1c là kênh dẫn sóng tương tự hình 1b, nhưng kênh định hình nêm kim loại có dạng lõi vỏ.

Hình 2 minh họa các dạng mặt cắt ngang của kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai với giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao khác nhau: hình 2a và hình 2b tương ứng là kênh kim loại dạng nêm chữ V được thu nhỏ theo chiều cao, theo cả chiều cao và chiều ngang; hình 2c và hình 2d tương ứng là kênh kim loại dạng nêm hình tam giác được thu nhỏ theo chiều cao và thu nhỏ theo cả chiều cao và chiều ngang; hình 2e là kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai với kênh kim loại dạng chữ nhật được phủ lớp điện môi oxit mỏng bảo vệ; hình 2f và hình 2g tương ứng là giao diện được tạo ra từ kênh kim loại dạng hình thang và hình bán nguyệt.

Hình 3 minh họa kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai với các kênh kim loại dạng hình nêm chữ V (hình 3a), hình chữ nhật (hình 3b), hình thang (hình 3c), và hình bán nguyệt (hình 3d), trong đó, lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp được tạo thành từ vật liệu như kênh dẫn sóng điện môi chỉ số khúc xạ cao.

Hình 4 minh họa kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai, trong đó giao diện với các kênh kim loại dạng hình nêm chữ V (hình 4a), hình chữ nhật (hình 4b), hình thang (hình 4c), và hình bán nguyệt (hình 4d) được bao kín xung quanh.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế được minh họa chi tiết trong các hình 1, hình 2, hình 3 và hình 4. Cấu trúc kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai hình 1a gồm có kênh kim loại được tạo bởi một kênh điện môi định hình nêm 1 phủ lớp kim loại 2, lớp kim loại 2 được phủ một lớp điện môi oxit bảo vệ 3, lớp điện môi oxit bảo vệ 3 là oxit như SiO_2 có độ suy hao thấp đối với truyền sóng plasmon, nhưng cũng có thể là lớp kim loại mỏng trơ với môi trường để bảo vệ lớp kim loại 2, tuy nhiên, khi sử dụng lớp kim loại bảo vệ sẽ bị suy hao truyền bởi tổn hao ohmic; kênh kim loại phủ lớp điện môi oxit được kết cặp với kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao 4, lớp điện môi oxit bảo vệ 3 có tác dụng là lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp trong cấu trúc kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai gồm kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh

điện môi chỉ số khúc xạ cao. Giao diện truyền dẫn sóng gồm kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao được điều khiển bởi môi trường điện môi 5. Môi trường điện môi 5 có thể là một môi trường điện môi tích cực có thể thay đổi chiết suất dựa trên hiệu ứng quang điện, điện nhiệt, quang học chất lỏng ... Để lớp bảo vệ 3 không làm ảnh hưởng đến giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao, cấu trúc lớp bảo vệ 3 được cấu tạo dạng hình chữ nhật 3' (hình 1b). Cấu trúc kênh điện môi định hình nôm chữ V 1 cũng có thể có dạng lõi 1'' và vỏ 1' như hình 1c. Giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao, trong đó kênh kim loại có thể có dạng hình nôm chữ V 6 được bao quanh bởi kênh điện môi với chiều cao được thu nhỏ 7 (hình 2a), kênh điện môi 7 có thể được thu nhỏ hơn nữa theo phương chiều ngang 7' (hình 2b), hình 2c là kênh kim loại có dạng hình tam giác 8 được bao quanh bởi lớp điện môi bảo vệ 9, lớp điện môi bảo vệ 9 có thể thu nhỏ thêm nữa theo chiều ngang 9' như hình 2d, kênh kim loại cũng có thể có dạng hình chữ nhật 10 được bảo vệ bởi lớp điện môi 11 (hình 2e), hình nôm dạng hình thang 12 được phủ lớp điện môi bảo vệ 13 (hình 2f), hình vành khăn 14 được phủ lớp điện môi bảo vệ 15 (hình 2g). Trong các kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai vừa nêu trong hình 1 và hình 2, lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp phủ lớp bảo vệ là một vật liệu khác với đế, hình 3 minh họa một số dạng cấu trúc kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai với kênh điện môi chỉ số thấp 7'', 11', 13', và 15' tương ứng với các kênh kim loại dạng chữ V (hình 3a), dạng chữ nhật (hình 3b), dạng hình thang (hình 3c), và dạng hình vành khăn (hình 3d) được tạo ra từ vật liệu kênh dẫn sóng điện môi chỉ số khúc xạ cao; ở đây, các giao diện chỉ số thấp 7'', 11', 13', và 15' có kích thước nhỏ hơn so với kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao 4, nên có chiết suất hiệu dụng nhỏ hơn. Vì vậy, các giao diện này đóng vai trò như các lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp trong các kênh dẫn sóng khe hẹp lai truyền thống. Kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai với giao diện khác nhau như đã đề cập ở trong các hình 1, 2 và 3, cũng có thể được bao quanh kín bởi các tấm vật liệu trong suốt như thủy tinh 16 như trong hình 4 a, 4 b, 4 c, và 4 d. Với các cấu trúc kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai trong hình 4, môi trường xung quanh giao diện có thể điền đầy dạng kênh chất lỏng. Giao diện kênh dẫn sóng có thể được tùy biến khi sử dụng nguồn ánh sáng chiếu trực tiếp qua tấm bao trong suốt 16.

Kênh dẫn kim loại ở đây được tạo từ vật liệu Ag có tính chất dẫn sóng plasmon tốt, tuy nhiên không ổn định với môi trường hoạt động như dễ bị oxy hóa. Do vậy, khi sử dụng vật liệu Ag làm kênh kim loại dẫn sóng plasmon, lớp Ag cần được bảo vệ bởi một lớp điện môi chỉ số thấp như SiO_2 có tính chất dẫn sóng quang tốt, không bị suy hao ohmic như khi sử dụng một lớp kim loại trơ với môi trường phủ lên kênh dẫn kim loại Ag. Kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai có thể được chế tạo dựa trên công nghệ vi cơ điện tử. Kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai trong sáng chế này có thể ứng dụng cho việc dẫn sóng plasmon với kích thước mode ở tỷ lệ nano và khoảng cách truyền xa hoặc trong các cảm biến quang. Việc

thay đổi cấu trúc, kích thước và vật liệu kênh dẫn sóng plasmon lai có thể thay đổi đặc trưng truyền, kích thước mode truyền. Việc thu nhỏ kích thước giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao làm cho việc điều khiển tính chất mode truyền trong khe hẹp lại được hiệu quả hơn thông qua thay đổi chiết suất môi trường bao quanh giao diện.

Hiệu quả kỹ thuật đạt được

Kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai được đề xuất có bề mặt kênh kim loại được bảo vệ đồng thời giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao được tối ưu để không ảnh hưởng đến tính chất mode truyền trong khi có thể hoạt động kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai trong môi trường hoặc sử dụng môi trường xung quanh có chiết suất có thể thay đổi để điều khiển đặc trưng truyền sóng plasmon. Kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai này có thể được ứng dụng trong mạch quang tích hợp, bộ điều biến quang, và cảm biến quang. Quy trình chế tạo đơn giản có thể sản xuất hàng loạt với giá thành thấp.

Yêu cầu bảo hộ

1. Kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai tùy biến với kênh kim loại được bảo vệ trong môi trường hoạt động gồm: một kênh dẫn kim loại plasmonic được phủ một lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp kết cặp với một kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao, trong đó giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao có cấu tạo như sau:

kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao, có mặt cắt ngang có hình dạng thuộc một trong các hình dạng sau: hình thang, hình chữ nhật, hình vuông, hình tròn hoặc hình bán nguyệt đơn giản, hình thang, hình chữ nhật hoặc hình bán nguyệt có đế, dạng nêm chữ V;

kênh kim loại có một trong các dạng như nêm chữ V, hình tam giác, hình chữ nhật, dạng hình thang, hình vành khăn;

lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp có tính chất trợ với môi trường, được phủ lên kênh kim loại để bảo vệ lớp kim loại, cũng như tạo khe hẹp lai giữa kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao và kênh kim loại;

cấu trúc giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao được thu nhỏ theo chiều cao và/hoặc chiều rộng để điều khiển hiệu quả tính chất dẫn sóng plasmon trong khe hẹp lai.

2. Kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai theo điểm 1, trong đó kênh kim loại có thể được làm từ vật liệu có tính chất dẫn sóng plasmon tốt nhưng không ổn định với môi trường, hoặc kim loại ổn định với môi trường, nhưng dẫn sóng plasmon kém hơn.

3. Kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai theo điểm 2, trong đó kênh kim loại làm từ vật liệu có tính chất dẫn sóng plasmon tốt nhưng không ổn định với môi trường được bảo vệ xung quanh bởi một lớp điện môi oxit có suy hao ohmic thấp.

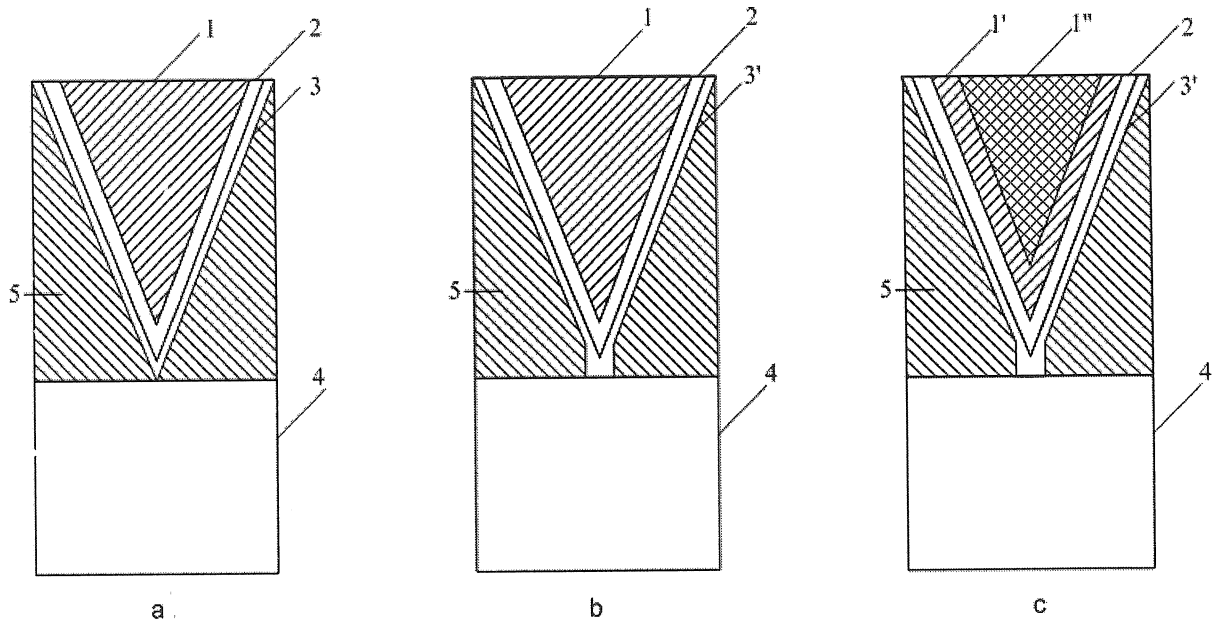
4. Kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai theo điểm 1 đến điểm 3, giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao có thể được nhiễu loạn bằng cách thay đổi chiết suất môi trường xung quanh giao diện.

5. Kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai theo điểm 1, trong đó kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao có thể được tạo từ các vật liệu thụ động hoặc tích cực.

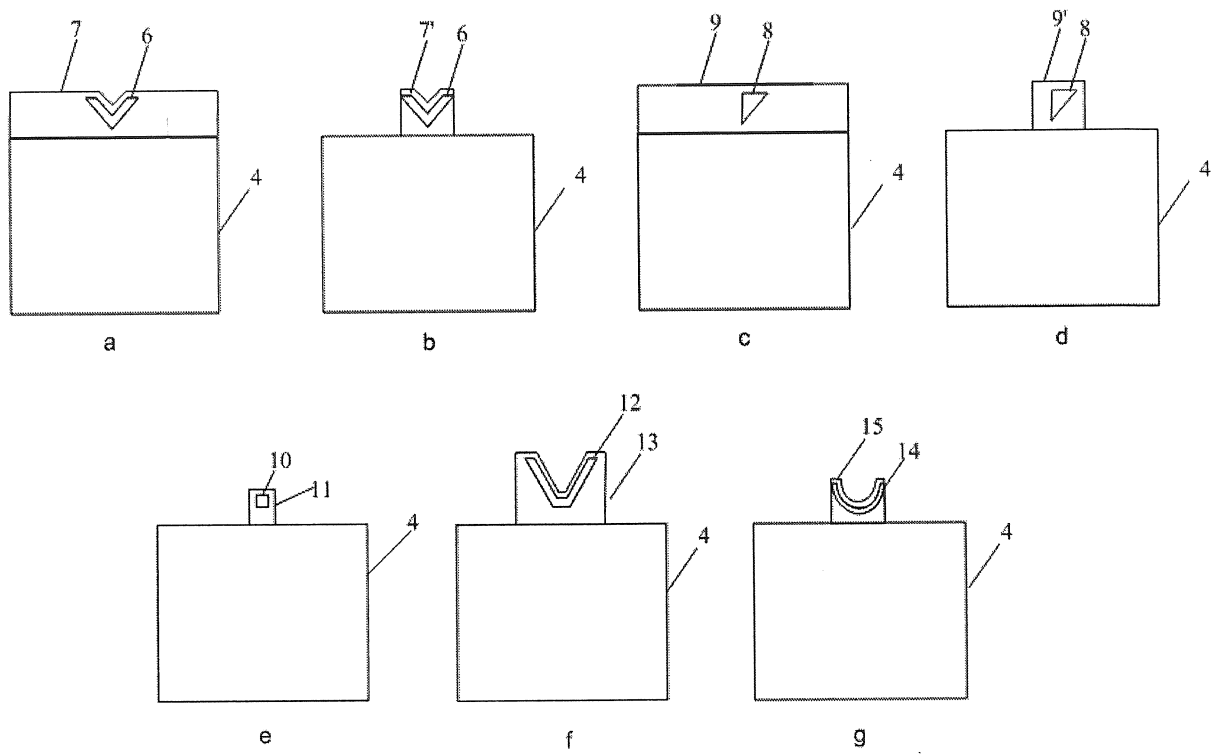
6. Kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai theo điểm 1, trong đó lớp điện môi chỉ số thấp có thể làm từ chính vật liệu kênh dẫn sóng điện môi chỉ số cao.

7. Kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai theo điểm 1 đến điểm 6, trong đó giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao có hình dạng chữ nhật hoặc kích thước lớn hơn kích thước mode plasmon khe hẹp lai để mode truyền trong khe hẹp lai không bị thay đổi hình dạng.

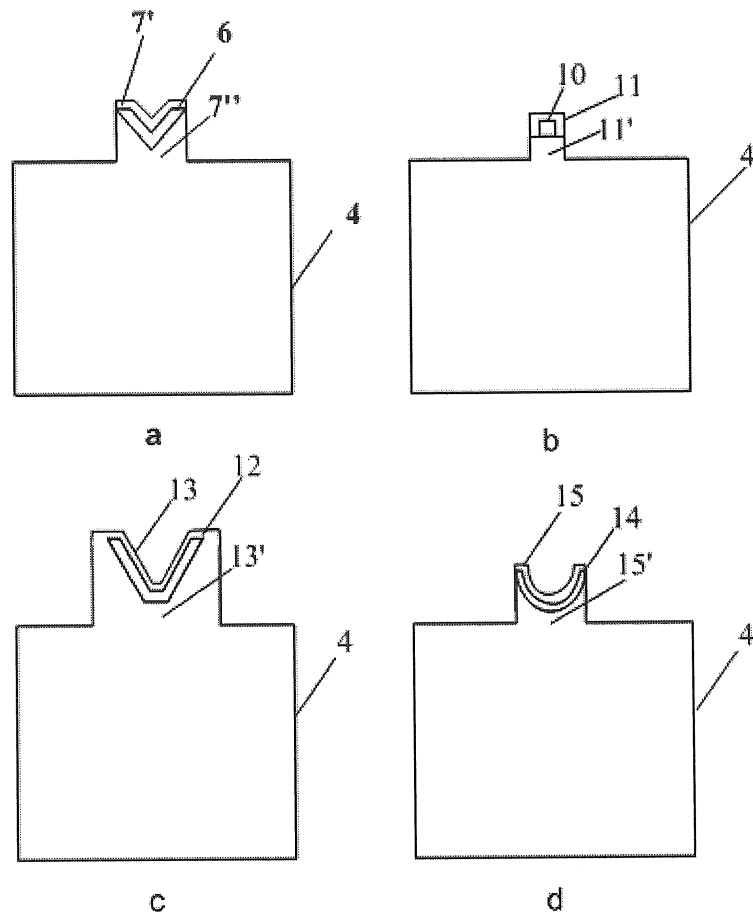
8. Kênh dẫn sóng plasmon khe hẹp lai theo điểm 1 đến điểm 7, môi trường giao diện kênh kim loại-lớp điện môi chỉ số khúc xạ thấp-kênh điện môi chỉ số khúc xạ cao có thể là chất rắn hoặc lỏng được bao quanh bởi vật liệu trong suốt như thủy tinh.



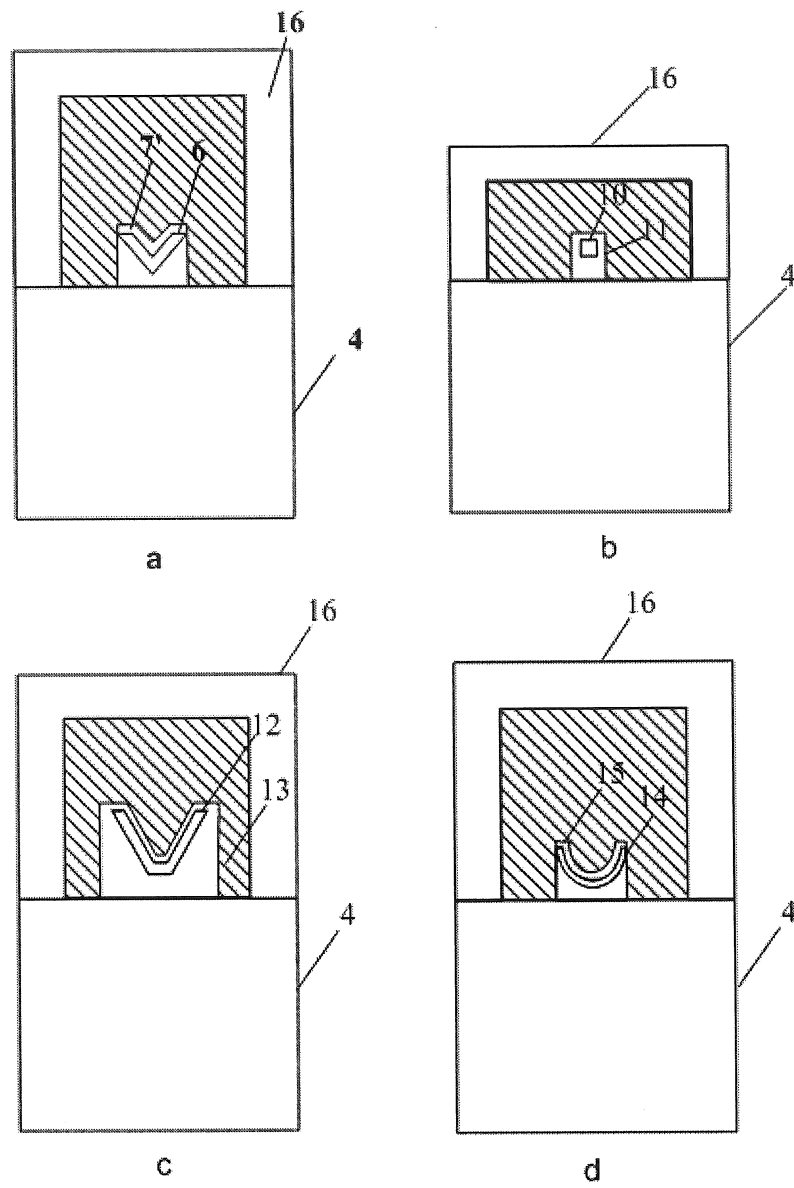
Hình 1.



Hình 2.



Hình 3.



Hình 4.