TRANG THÔNG TIN LUẬN ÁN TIẾN SĨ

Tên đề tài luận án tiến sĩ: **Nghiên cứu thiết kế ống dẫn sóng plasmonic nano trong ghép kênh phân chia theo bước sóng.**

Chuyên ngành: Kỹ thuật điện tử

Mã số: 9.52.02.03

Họ và tên NCS: **Nguyễn Văn Tài**

Người hướng dẫn khoa học:

1. PGS. TS. Đặng Hoài Bắc

2. TS. Trương Cao Dũng

Cơ sở đào tạo: Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

NHỮNG KẾT QUẢ MỚI CỦA LUẬN ÁN:

Ống dẫn sóng Plamonic kích thước nano mét có khả năng truyền dẫn ánh sáng dưới bước sóng có băng thông rộng, hiệu suất truyền cao, suy hao thấp và kích thước cực kỳ nhỏ gọn đã được các nghiên cứu khoa học chứng tỏ là một trong những ứng viên tốt cho việc thiết kế các vi mạch tích hợp trong các hệ thống ghép kênh phân chia theo bước sóng và trong một số hệ thống tính toán tốc độ cao.

Nghiên cứu các phương pháp thiết kế dựa trên kỹ thuật FDTD, thuyết ghép mode theo thời gian kết hợp với phương pháp mô phỏng EME để tối ưu các tham số cấu trúc của cấu kiện và phân tích, đánh giá các đặc tính của cấu kiện đề xuất như đặc tính truyền, hấp thụ, dung sai chế tạo cho phép,…

Luận án đã trình bày các thiết kế ống dẫn sóng nano plsamonic theo cấu trúc MIM có chức năng quay phân cực, tính toán logic, thêm/bớt/chia các bước sóng trong cửa số bước sóng viễn thông để ứng dụng kỹ thuật ghép kênh phân chia theo bước sóng cũng như các thành phần chức năng xử lý tín hiệu trong mạng thông tin toàn quang.

Các kết quả chính của luận án như sau:

1) Đề xuất thiết kế ống dẫn sóng lai ghép plasmonic HPW có chức năng quay phân cực và các cổng logic XOR, OR, NOT, cổng Feynman quang thuận nghịch dựa trên ống dẫn sóng plasmonic kích thước nano mét theo cấu trúc MIM, gồm:

Ống dẫn sóng HPW có công suất hấp thụ và phản xạ nhỏ (hấp thụ dưới -7dB và phản xạ dưới -10dB), suy hao truyền thấp (nhỏ hơn -1.5dB) trong dải

băng thông 100nm ở bước sóng 1500nm đến 1600nm. Kích thước của cấu kiện chỉ dài cỡ 4.1µm và rộng 400nm là rất nhỏ.

Các cổng logic plasmonic đã đề xuất có thể giảm đáng kể kích thước do đó giảm tán xạ, giảm ngưỡng tín hiệu cho các hoạt động logic và có băng thông rộng trên 300nm trong khi kích thước nhỏ gọn, kích thước các cổng OR, XOR, NOT là 340nm x 1,073µm; cổng Feynman là 1,25µm x 963nm.

2) Đề xuất thiết kế các ống dẫn sóng plasmonic kích thước nano mét theo cấu trúc MIM để tạo ra các bộ lọc bước sóng quang có độ rộng băng thông lớn, hiệu suất truyền cao và cho phép dung sai chế tạo phù hợp, gồm:

Tạo ra một bộ tách kênh plasmonic hai băng sóng 1310nm và 1550nm có đặc điểm: kích thước toàn cấu kiện là 1,7µm x 3,4µm; khi nhiễu xuyên âm dưới -20dB, băng thông 80nm trong cửa sổ băng tần 1310nm (1290nm đến 1370nm) và băng thông bao phủ toàn bộ dải $C + L$ (1525nm đến 1625nm) trong cửa sổ băng tần 1550nm; hệ số hấp thụ A là -1.8dB ở bước sóng 1310nm và hệ số hấp thụ A nhỏ hơn -3,7dB trong toàn bộ dải $C + L$.

Tạo ra bộ lọc bước sóng quang ba băng 1310nm, 1430nm và 1550nm và thiết bị chia bước sóng 3dB dựa trên cấu trúc ống dẫn sóng plasmonic MIM kích thước nano mét có đặc điểm: công suất truyền tại các cổng ra của bộ lọc ba băng sóng 1310nm, 1430nm và 1550nm tương ứng là -5.37dB, -6.19dB và -5.68dB; băng thông 3dB của ba băng tần 1310nm, 1430nm và 1550nm là tương đối rộng,lần lượt là 90nm, 80nm và 100nm; với dung sai chế tạo cho phép là $\Delta w = \pm 2nm$ thì công suất truyền là không nhỏ hơn -7dB, công suất xuyên âm dưới -15dB, hấp thụ dưới -1dB và phản xạ dưới -10dB.

Bộ lọc bước sóng plasmonic RGB kích thước nano mét dựa trên cấu trúc MIM có đặc điểm: mức chênh lệch giữa tín hiệu trên nhiễu quang trong dải 3dB băng thông luôn lớn hơn -10dB và suy hao truyền < -8dB trong 30nm băng thông tại ba phổ màu RGB là 465nm, 520nm và 640nm; bắt giữ các mode quang có kích thước vài chục nano mét, kích thước toàn mạch là 2,2µm x 3,2µm.

CÁC ỨNG DỤNG, KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG TRONG THỰC TIỄN HOẶC NHỮNG VẤN ĐỀ CÒN BỎ NGỎ CẦN TIẾP TỤC NGHIÊN CỨU:

Toàn bộ nội dung và các kết quả đạt được của luận án chỉ ra rằng hướng nghiên cứu ứng dụng ống dẫn sóng nano plasmonic trong ghép kênh phân chia theo bước sóng là khả thi và có tiềm năng cao. Hướng phát triển trong thời gian tới là triển khai thực hiện thử nghiệm các phương pháp đề xuất trên các mạch phần cứng, từ đó có được các kết quả đo thực tế về hiệu suất làm việc, tỷ lệ suy hao do hấp thu, do nhiễu xuyên âm cũng như kích thước thực tế của các mạch.

So sánh giữa các kết quả đo đạc thực tế với kết quả lý thuyết và mô phỏng số ta sẽ có một đánh giá chính xác về các nội dung khoa học đã đề xuất cũng như khả năng áp dụng của các thiết bị đó vào các thiết bị hoặc các hệ thống thông tin liên lạc thực tế.

Ngoài ra, với những kiến thức mà nghiên cứu sinh đã có được trong quá trình thực hiện luận án này, nghiên cứu sinh sẽ tiếp tục nghiên cứu và hợp tác với cộng đồng nghiên cứu ứng dụng hiệu ứng plasmonic trong các cấu kiện quang siêu nhỏ gọn để có thể đề xuất được các phương pháp thiết kế tối ưu hơn nữa và đưa vào ứng dụng trong thực tế.

Xác nhận của tập thể
Người hướng dẫn khoa học

Nghiên cứu sinh

PGS. TS. Đặng Hoài Bắc **TS. Trương Cao Dũng** **Nguyễn Văn Tài**