

CẤU TRÚC NANO KIM LOẠI TẠO HIỆU ỨNG PLASMONIC CÓ KHẢ NĂNG HẤP THỤ HAI DẢI BƯỚC SÓNG ỨNG DỤNG CHO CẢM BIẾN CHIẾT SUẤT

Hoàng Thu Trang¹, Nguyễn Xuân Bách², Ngô Quang Minh²,
Nguyễn Văn Ân³, Phạm Thanh Sơn^{1,*}

¹Viện Khoa học vật liệu, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam

²Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam

³Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

*Email: sonpt@ims.vast.ac.vn

Ngày nhận bài: 13/10/2022; ngày hoàn thành phản biện: 17/10/2022; ngày duyệt đăng: 20/10/2022

TÓM TẮT

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày các nghiên cứu về cấu trúc kim loại - điện môi - kim loại (metal-dielectric-metal - MDM) tạo hiệu ứng cộng hưởng plasmonic nhằm ứng dụng cho cảm biến chiết suất có độ nhạy cao và hấp thụ tuyệt đối ánh sáng ở vùng bước sóng hồng ngoại gần. Cấu trúc MDM được tạo thành với các đĩa kim loại (Ag) hình vuông được đặt trên lớp điện môi (SiO₂) mỏng và một màng kim loại (Ag) đủ dày để có thể phản xạ toàn bộ ánh sáng chiếu tới. Phương pháp đạo hàm hữu hạn trên miền thời gian (Finite-difference time-domain - FDTD) đã được sử dụng để phân tích các đặc trưng, tính chất của cấu trúc MDM, từ đó tìm ra thiết kế tối ưu. Phổ phản xạ của cấu trúc cho thấy hai đáy phản xạ tương ứng với hai bước sóng cộng hưởng. Các kết quả nghiên cứu về cấu trúc MDM này có thể được sử dụng để thiết kế các cảm biến chiết suất và linh kiện hấp thụ tuyệt đối ánh sáng ở vùng bước sóng hồng ngoại gần.

Từ khóa: Kim loại – điện môi – kim loại, cộng hưởng plasmon bề mặt, cảm biến chiết suất, siêu bề mặt plasmonic, hấp thụ hồng ngoại gần.

METAL-DIELECTRIC-METAL NANOSTRUCTURE GENERATING PLASMONIC EFFECT OF DOUBLE ABSORPTION BAND FOR REFRACTIVE INDEX SENSING

Hoang Thu Trang¹, Nguyen Xuan Bach², Ngo Quang Minh²,
Nguyen Van An³, Pham Thanh Son^{1,*}

¹Institute of Materials Science, Vietnam Academy of Science and Technology

²University of Science and Technology of Hanoi, Vietnam Academy of Science and Technology

³University of Sciences, Hue University

*Email: sonpt@ims.vast.ac.vn

ABSTRACT

In this paper, we present studies on a metal-dielectric-metal (MDM) structure generating plasmonic resonance effects for application to high-sensitive refractive index sensors and perfect absorption in the near-infrared wavelength region. The MDM structure is formed with square metal (Ag) discs placed on a thin (SiO₂) dielectric layer and a metal (Ag) film thick enough to be able to fully reflect the light incident on the structure. The Finite-difference time-domain (FDTD) method was used to analyze the characteristics and properties of the MDM structure, thereby finding the optimal design. The results of field distribution observations show that, at the resonance frequency, the electric field is strongly concentrated in the SiO₂ layer, leading to a very low reflection coefficient of almost 0%. The reflectance spectrum of the structure shows two reflection dips corresponding to two resonance wavelengths. The results of this MDM structure study can be used to design refractive index sensors in the near-infrared region and perfect absorption.

Keywords: near-infrared absorption, metal-dielectric-metal, periodic structure, reflective index sensor, surface plasmon resonance.



Hoàng Thu Trang sinh ngày 27/01/1990 tại Hưng Yên. Bà tốt nghiệp Đại học ngành Vật lý năm 2012, Thạc sĩ ngành Vật lý Quang học năm 2014 tại trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc Gia Hà Nội. Năm 2021 bà tốt nghiệp tiến sĩ chuyên ngành Vật liệu Quang tử, tại Viện Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Hiện nay bà là nghiên cứu viên tại viện Khoa học vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Lĩnh vực nghiên cứu: Quang tử, cảm biến quang tử



Nguyễn Xuân Bách sinh năm 1993 tại Hưng Yên. Ông tốt nghiệp Đại học ngành kỹ thuật Hàng không năm 2016 tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Năm 2020, ông tốt nghiệp tiến sĩ chuyên ngành năng lượng, nhiệt và cháy tại trường Cơ khí và Hàng không quốc gia, Cộng hòa Pháp. Hiện nay, ông là giảng viên tại trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội.

Lĩnh vực nghiên cứu: Tương tác đối lưu-bức xạ hồng ngoại, Quang tử và ứng dụng



Ngô Quang Minh sinh ngày 06/09/1977 tại Hà Nam. Năm 2011, ông tốt nghiệp tiến sĩ chuyên ngành Vật lý Quang tử tại Đại học Ajou, Suwon, Hàn Quốc. Từ năm 2000 đến năm 2019 ông công tác tại Viện Khoa học vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Từ năm 2019 đến nay ông công tác tại Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Lĩnh vực nghiên cứu: Quang tử, cảm biến quang tử



Nguyễn Văn Ân sinh ngày 08/12/1973 tại Quảng Nam. Năm 1996, ông tốt nghiệp cử nhân ngành Vật lý tại trường Đại học Khoa học - Đại học Huế. Năm 2000, ông tốt nghiệp thạc sĩ chuyên ngành Vật lý chất rắn tại trường Đại học Khoa học - Đại học Huế. Ông tốt nghiệp tiến sĩ chuyên ngành Vật liệu quang học, Quang điện tử và Quang tử thuộc Viện Khoa học vật liệu - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam năm 2021. Từ năm 1996 đến nay, ông công tác tại trường Đại học Khoa học - Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: điện tử, quang tử, cảm biến quang tử



Phạm Thanh Sơn sinh ngày 20/12/1989 tại Hà Nội. Năm 2011, ông tốt nghiệp cử nhân chuyên ngành Vật lý kỹ thuật và Công nghệ nano tại trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc gia Hà Nội. Năm 2013, ông tốt nghiệp Thạc sĩ chuyên ngành Vật liệu và linh kiện nano tại trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc gia Hà Nội. Năm 2019, ông tốt nghiệp Tiến sĩ chuyên ngành Vật lý - Công nghệ điện tử tại trường đại học Kyung Hee, Hàn Quốc. Từ năm 2011 đến nay, ông là nghiên cứu viên tại Viện Khoa học vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Lĩnh vực nghiên cứu: vật lý – kỹ thuật điện tử