

CẢM BIẾN DỰA TRÊN ĐẦU DÒ SERS SỬ DỤNG SILIC XỐP PHỦ NANO KIM LOẠI BẠC ĐỂ XÁC ĐỊNH NỒNG ĐỘ THẤP CÁC PHÂN TỬ

Nguyễn Thúy Vân^{1*}, Phạm Thanh Bình¹, Vũ Đức Chính¹, Ngô Thị Thu Hiền², Đỗ Thùy Chi²,
Hoàng Thị Hồng Cẩm³, Nguyễn Văn Ân⁴, Bùi Huy¹, Phạm Văn Hội¹, Phạm Thanh Sơn¹

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

² Trường Đại học sư phạm, Đại học Thái Nguyên

³ Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam

⁴ Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

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

Ngày nhận bài: 21/7/2020; ngày hoàn thành phản biện: 28/7/2020; ngày duyệt đăng: 28/7/2020

TÓM TẮT

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày một phương pháp mới để xác định nồng độ vô cùng thấp của các phân tử bằng cách sử dụng đầu dò tán xạ Raman tăng cường bề mặt (SERS) trên nền vật liệu silic xốp (PSi) có phủ các hạt nano bạc (AgNPs). Trên bề mặt PSi do được phủ các liên kết Si-H, liên kết này có tác dụng khử các ion Ag^+ để hình thành các nguyên tử Ag, sau đó các nguyên tử Ag kết hợp với nhau thành hạt nano Ag với mật độ cao của các vùng "điểm nóng". Để SERS AgNPs/PSi với hiệu suất tăng cường cao được đánh giá qua việc xác định các phân tử chất màu methyl da cam (MO) với các nồng độ khác nhau trong khoảng từ 10^{-3} M tới 10^{-11} M. Hệ số tăng cường (EF) của để SERS AgNPs/PSi đạt khoảng 3×10^{11} tại nồng độ 10^{-11} M. Giới hạn phát hiện (LOD) thu được 10^{-12} M đối với các phân tử MO. Các kết quả này mở ra triển vọng trong lĩnh vực cảm biến khi sử dụng để SERS AgNPs/PSi.

Từ khóa: hạt nano bạc, methyl da cam, SERS; silic xốp.

SENSORS BASED ON SERS-ACTIVITY POROUS SILICON COATED SILVER NANOPARTICLES FOR ULTRA-LOW MOLECULE DETECTION PROCESS

**Nguyen Thuy Van^{1*}, Pham Thanh Binh¹, Vu Duc Chinh¹, Ngo Thi Thu Hien², Do Thuy Chi²,
Hoang Thị Hồng Cam³, Nguyen Van An⁴, Bui Huy¹, Pham Van Hoi¹, Pham Thanh Son¹**

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

² TNU – Thai Nguyen University of Education,

³ University of Science and Technology of Hanoi, Vietnam Academy of Science and Technology

⁴ University of Sciences, Hue University

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

ABSTRACT

In this paper, we present a novel method for ultra-low molecule detection process based on silver nanoparticles/porous silicon (AgNPs/PSi) SERS active substrate. PSi was fabricated by an electrochemical etching method which precisely control current density and etching time via computer software. Then PSi was immediately immersed into a solution AgNO₃/C₂H₅OH with a concentration of 10⁻³M. Due to the abundant Si-H bonds on the PSi surface, Ag⁺ ions can be easily reduced to AgNPs with high density of “hot spot” regions. The SERS ability of such substrates was evaluated using ethanolic solutions of methylene orange (MO) with concentrations ranging from 10⁻³ M to 10⁻¹¹M. The enhancement factor (EF) of AgNPs/PSi SERS active substrate is about 3x10¹¹ at a concentration of 10⁻¹¹ M. The limit of detection (LOD) of MO molecules in ethanolic solutions is as low as 10⁻¹² M. These results show that AgNPs/PSi SERS active substrates have prospect of sensor.

Keywords: Methylene orange, porous silicon, SERS, silver nanoparticles.



Nguyễn Thúy Vân sinh ngày 24/12/1987 tại Hà Nội. Năm 2009, bà tốt nghiệp cử nhân chuyên ngành Điện tử - viễn thông tại trường Đại học Công nghệ - ĐHQG Hà Nội. Năm 2011, bà tốt nghiệp Thạc sĩ chuyên ngành Điện tử - viễn thông trường Đại học Công nghệ - ĐHQG Hà Nội. Năm 2018, bà 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. 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: Vật liệu quang học, cấu trúc tinh thể quang tử, cảm biến dựa trên tinh thể quang tử.



Phạm Thanh Bình sinh ngày 03/12/1977 tại Phú Thọ. Năm 2000, ông tốt nghiệp cử nhân Vật lý tại Trường Đại học Khoa học tự nhiên – ĐHQG Hà Nội. Năm 2005, ông tốt nghiệp Thạc sĩ Khoa học vật liệu tại Trung tâm đào tạo quốc tế về khoa học vật liệu (ITIMS) - Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội. Hiện 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 liệu quang học, linh kiện quang tử, cảm biến quang tử, truyền dẫn quang sợi.



Vũ Đức Chính sinh ngày 30/5/1978. Ông tốt nghiệp cử nhân và thạc sĩ chuyên ngành Hóa học tại trường Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQG Hà Nội lần lượt vào các năm 1995 và 2004. Năm 2011 ông đạt học vị tiến sĩ về Khoa học vật liệu tại Viện Khoa học vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Hiện nay, ông đang công tác tại Viện Khoa học vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Lĩnh vực nghiên cứu: vật liệu nano, plasmonic, quang xúc tác.



Ngô Thị Thu Hiền sinh ngày 10/11/1997 tại Thái Nguyên. Năm 2019, bà tốt nghiệp Cử nhân chuyên ngành Sư phạm Vật lý tại Trường Đại học Sư phạm, Đại học Thái Nguyên. Từ năm 2019, bà theo học thạc sĩ chuyên ngành Vật lý chất rắn tại trường Đại học Sư phạm, Đại học Thái Nguyên và thực tập nghiên cứu khoa học làm luận án thạc sĩ tại Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật liệu có cấu trúc nano, tinh thể quang tử.



Đỗ Thùy Chi sinh ngày 07/10/1982 tại Thái Nguyên. Năm 2004 bà tốt nghiệp cử nhân sư phạm Vật lý tại Trường Đại học Sư phạm, Đại học Thái Nguyên. Năm 2007, bà tốt nghiệp Thạc sĩ Vật lý chất rắn tại Trường Đại học Sư phạm Hà Nội. Năm 2013, bà tốt nghiệp Tiến sĩ chuyên ngành Vật lý chất rắn tại Viện Vật lý, Viện Hàn lâm Khoa học và công nghệ Việt Nam. Hiện nay, bà là giảng viên tại Trường Đại học Sư phạm, Đại học Thái Nguyên.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật lý chất rắn, vật liệu quang, tinh thể quang tử, cách tử Bragg trong sợi quang.



Hoàng Thị Hồng Cẩm sinh ngày 25/10/1985 tại Quảng Ninh. Năm 2007, bà tốt nghiệp cử nhân Vật lý trường Đại học Sư phạm, Đại học Thái Nguyên. Năm 2010, bà tốt nghiệp Thạc sĩ chuyên ngành Vật lý lý thuyết và Vật lý toán trường Đại học Sư phạm Hà Nội. Năm 2018, bà tốt nghiệp Tiến sĩ chuyên ngành Vật lý trường Đại học Paris-Saclay, CH Pháp. Hiện nay, bà là giảng viên 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 silic, plasmonics định hướng cho cảm biến và nguồn sáng nano.



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. Hiện tại đang là nghiên cứu sinh 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. 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.



Bùi Huy sinh ngày 10/1/1953 tại Hà Nội. Năm 1979 ông tốt nghiệp kỹ sư chuyên ngành Vật lý chất rắn tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Năm 2005 ông tốt nghiệp Tiến sĩ chuyên ngành Khoa học vật liệu tại Viện Khoa học vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Hiện nay, ông đang công tác tại Viện Khoa học vật liệu - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật lý chất rắn, vật liệu quang, tinh thể quang tử, cảm biến quang.



Phạm Văn Hội sinh ngày 22/02/1952 tại Hà Nội. Năm 1974 ông tốt nghiệp Thạc sỹ Vật lý tại Trường Đại học Tổng hợp quốc gia Ajerbaijian (Liên Xô cũ). Năm 1986, ông tốt nghiệp Tiến sỹ Vật lý tại Viện Vật lý Lebedev, Viện Hàn lâm Khoa học (Liên Xô cũ). Hiện nay, ông công tác tại Viện Khoa học vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và công nghệ Việt Nam.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật lý chất rắn, vật liệu quang, tinh thể quang tử, cảm biến quang.



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 - ĐHQG Hà Nội. Năm 2013, ông tốt nghiệp Thạc sỹ chuyên ngành Vật liệu và linh kiện nano tại trường Đại học Công nghệ - ĐHQG Hà Nội. Năm 2019, ông tốt nghiệp Tiến sỹ 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.