

INTISARI

KAJIAN SIFAT OPTIK NANOKOMPOSIT Fe₃O₄/Ag MENGGUNAKAN SPEKTROSKOPI ELIPSOMETRI DAN RESONANSI PLASMON PERMUKAAN BERBASIS LAPISAN TIPIS Au: PENGARUH MEDAN LISTRIK DAN PENDEKATAN TEORI FUNGSI KERAPATAN

Oleh

Muhammad Riswan
22/507110/SPA/00899

Konfigurasi Kretschmann pada sistem kopling prisma merupakan salah satu teknik yang paling umum digunakan untuk mengeksitasi *surface plasmon* pada logam, karena kemudahan dalam implementasinya. Kendati demikian, konfigurasi ini memiliki keterbatasan dalam aspek sensitivitas, yaitu sulit mendeteksi biomolekul yang berukuran sangat kecil dan dengan konsentrasi yang sangat rendah. Sensitivitas *surface plasmon resonance* (SPR) diindikasikan oleh pergeseran sudut SPR yang berkaitan erat dengan perubahan fungsi dielektrik dari medium dielektrik. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan sensitivitas SPR melalui modifikasi fungsi dielektrik dengan memanfaatkan nanokomposit magnetit/silver (Fe₃O₄/Ag) serta penerapan medan listrik. Hasil karakterisasi optik menggunakan spektroskopi elipsometri menunjukkan bahwa penerapan medan listrik pada lapisan tipis emas (Au) menyebabkan perubahan terhadap koefisien absorpsi (α), indeks bias (n dan k), konstanta dielektrik (ϵ_1 dan ϵ_2), serta konduktivitas optik (σ_1). Di sisi lain, hasil karakterisasi material menunjukkan terbentuknya fase Fe₃O₄ dan Ag dengan parameter kisi masing-masing sebesar $0,82 \pm 0,04$ nm dan $0,41 \pm 0,02$ nm, serta diperoleh nanokomposit dengan bentuk *spherical* dengan ukuran $13,2 \pm 0,8$ nm dan bersifat *soft ferromagnetic* dengan magnetisasi saturasi dan medan koersif masing-masing sebesar $52,12 \pm 0,08$ emu/g dan $0,16 \pm 0,02$ kOe. Deposisi nanokomposit Fe₃O₄/Ag pada permukaan lapisan tipis Au menyebabkan perubahan sifat optik dan pergeseran sudut SPR sebesar $0,66^\circ$. Penerapan medan listrik pada struktur yang telah dideposisi lebih lanjut meningkatkan sifat optik dan mengubah karakteristik kurva SPR, yang ditunjukkan oleh pergeseran sudut serta peningkatan nilai reflektansi minimum. Secara komputasional, pengaruh medan listrik dijelaskan melalui pendekatan *density functional theory* dengan memvariasikan jumlah elektron bebas pada logam. Hasil simulasi menunjukkan tren perubahan konduktivitas optik dan karakteristik kurva SPR yang sejalan dengan hasil eksperimen.

Kata kunci: Elipsometri, Fe₃O₄/Ag, medan listrik, sifat optik, sumber cahaya, SPR.

ABSTRACT

STUDIES OF OPTICAL PROPERTIES OF Fe₃O₄/Ag NANOCOMPOSITES USING ELLIPSOMETRY & SURFACE PLASMON RESONANCE SPECTROSCOPIES BASED ON Au THIN FILM: INFLUENCE OF ELECTRIC FIELD AND DENSITY-FUNCTIONAL THEORY APPROACH

By

Muhammad Riswan
22/507110/SPA/00899

The Kretschmann configuration in prism coupling systems is one of the most commonly used techniques to excite surface plasmons on metal surfaces, primarily due to its ease of implementation. However, this configuration has limitations in terms of sensitivity, particularly in detecting biomolecules of extremely small size and very low concentration. The sensitivity of surface plasmon resonance (SPR) is indicated by a shift in the SPR angle, which is closely related to changes in the dielectric function of the surrounding medium. This study aims to enhance SPR sensitivity by modifying the dielectric function through the incorporation of magnetite/silver (Fe₃O₄/Ag) nanocomposites and the application of an external electric field. Optical characterization using ellipsometry revealed that applying an electric field to the Au thin film induces changes in the absorption coefficient (α), refractive indices (n and k), dielectric constants (ϵ_1 and ϵ_2), and optical conductivity (σ_1). On the other hand, material characterization confirmed the formation of Fe₃O₄ and Ag phases, with lattice parameters of 0.82 ± 0.04 nm and 0.41 ± 0.02 nm, respectively. The synthesized nanocomposites exhibit a spherical morphology with an average size of 13.2 ± 0.8 nm and display soft ferromagnetic behavior, with a saturation magnetization of 52.12 ± 0.08 emu/g and a coercive field of 0.16 ± 0.02 kOe. The deposition of Fe₃O₄/Ag nanocomposites onto the Au thin film surface alters its optical properties and results in an SPR angle shift of 0.66° . The application of an electric field to the deposited structure further enhances the optical properties and modifies the SPR curve, as evidenced by an angular shift and increased reflectance. Computationally, the influence of the electric field is elucidated using a density functional theory approach by varying the number of free electrons in the metal. The simulation results show trends in optical conductivity and SPR curve characteristics that are consistent with the experimental findings.

Keywords: Ellipsometry, electric field, Fe₃O₄/Ag, optical properties, SPR