بیستمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
و ششمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
۸ تا ۱۰ بهمن ماه۱۳۹۲ - دانشگاه صنعتی شیراز

تشدید اثرمگنتواپتیکی کر در حضورنانوذرات با ساختار هسته پوسته طلا-نقره

مرتضی علیزاده اسکویی و سیده مهری حمیدی .

پژوهشکده لیزر و پلاسما، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

چکیده – اثرمگنتواپتیکی به عنوان اثر تغییر دهنده‌ی قطبش نورفرودی، در مواد مگنتواپتیکی به خاطر تضعیف دامنه‌ی میدان الکتریکی باید بوسیله‌ی روش‌هایی تشدید شود. این تشدید بوسیله‌ی افزایش طول مغناطیسی طی شده توسط نور و یا استفاده از یک میدان تشدید شده‌ی جایگزیده به وقوع می‌پیوندد. در این پروژه از نانوذرات هسته‌پوسته طلا و نقره برای تشدید میدان جایگزیده استفاده کرده‌ایم. تشدید چندصد برابری را در میدان جایگزیده به کمک امواج پلاسمون سطحی مشاهده نموده‌ایم که موجب افزایش چرخش مگنتواپتیکی تا ۲درجه در بازه طول موجی گسترده شده است که افق جدیدی در ایزولاتورهای مخابراتی با پهنای باند گسترده می گشاید.

کلید واژه- اثرمگنتواپتیکی کر، تشدید پلاسمون‌های سطحی،نانو ساختار هسته-پوسته، نانوذرات فلزی طلاـنقره،.

Enhanced Magneto-optical Kerr effect in cobalt thin film structures incorporating Ag@Au core-shell nanoparticles.

Morteza Alizadeh Oskuei and Seyedeh Mehri Hamidi.

Laser and Plasma research institute,shahid beheshti university,Tehran,iran.

Abstract- We report an experimental research on the magneto-optical enhanced in cobalt thin film by the aid of Ag/Au core shell nanoparticles. This magneto-plasmonic structure was prepared by laser ablation in liquids and electron beam deposition method. Our results show that we have sufficient enhancement in amplitude of electric field and we have enough magneto-optical Kerr rotation due to the light localization in the nanoparticles in wide wavelength range.

Keywords: magneto-optical kerr effect, surface plasmons, core-shell structure,ag-au metallic nanoparticles.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-02]

مقدمه

استفاده از نانوذرات فلزی به خاطر قرار داشتن بیشینه‌ی جذبی آن‌ها در بازه‌ی مرئی در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است[۱]. استفاده از این بیشینه‌های جذبی در قالب نانوذرات در این بازه و آن‌هم به صورت بیشینه‌های پلاسمونی انجام می‌گیرد. نانوذرات تولید شده به وسیله‌ی روش لیزری با قابلیت تنظیم پذیری بالای مکان بیشینه‌ی جذبی در تشدید دلخواه اثر مگنتواپتیکی در بازه‌ی دلخواه مورد استفاده قرار می‌گیرند[۲]. اثر مگنتواپتیکی کر که به صورت تغییر صفحه‌ی قطبش نور بازتاب شده از ماده‌ی فرومغناطیس عمل می‌کند در مواد فرومغناطیس مشاهده گردیده است. یکی از این اثرات ، تحت عنوان اثر مگنتواپتیکی کر در بازتاب نور از نمونه‌ها مگنتواپتیکی است که تقویت این اثر مگنتواپتیکی در راستای نسل به ادوات اپتیکی مانند ایزولاتورها مورد توجه فراوان قرار گرفته است. در این راستا از تشدید پلاسمونی سطحی در نانوذرات فلزی که دارای مولفه‌ی میدان تشدید شده هستند استفاده می‌کنیم[۳]. برای رسیدن به ساختار مگنتواپتیکی در کنار نانوذرات ابتدا نانوذرات را تولید کرده و سپس ساختار مگنتواپتیکی را به روی آن لایه نشانی می‌کنیم.

حضور نانوذرات به همراه ماده‌ی فرومغناطیسی باعث تغییر قسمت‌های حقیقی و موهومی ضریب دی الکتریک می‌گردد. این تغییرات به صورت یک پاسخ کلی از سیستم توسط مولفه‌ی نور فرودی دیده می‌شود. حضور لایه‌ی هسته پوسته در مجاورت ماده‌ی فرومغناطیس باعث کاهش قسمت موهومی ضریب دی الکتریک به عنوان پاسخ ماده می‌شود و در نتیجه افزایش خاصیت مگنتواپتیکی متناسب با تشدید پلاسمونی نانوذرات مشاهده می‌شود.

.

چیدمان آزمایشگاهی

برای تولید نانوذرات از هارمونیک اول لیزر نئودمیوم یاگ، ۱۰۶۴ نانومتر استفاده می‌کنیم. هرکدام از فلزات طلا و نقره را به ترتیب در یک محلول ۱۰ میلی لیتری آب دوبار یونیزه به نحوی به وسیله‌ی نگهدارنده قرار می‌دهیم که ۲میلی متر آب در روی سطح هدف قرار گیرد. ابتدا نانوذرات نقره را که به عنوان هسته در ساختار مورد استفاده قرار گرفته است را تولید می‌کنیم، سپس هدف نگهدارنده‌ی طلا را قرار می‌دهیم و با لیزر نانوذرات را تولید می‌کنیم. از یک آینه برای انحراف مسیر پرتو لیزر به درون محفظه‌ی نگهدارنده استفاده می‌کنیم. همچنین از یک لنز ۸سانتی متری برای متمرکز کردن پرتو لیزر به روی سطح هدف استفاده می‌کنیم. برای از بین بردن حباب‌های تولید شده در سطح هدف که باعث اتلاف انرژی لیزر می‌شوند از چرخاننده در زیر محفظه‌ی نگهدارنده استفاده می‌کنیم. چرخاننده همچنین به همگن‌تر کنده شدن نانوذرات کمک بسزایی می‌کند.

ساختارهای هسته پوسته‌ی نانوذره ای تحت شرایط خاصی تولید می‌شوند. این ساختارها اگر به صورت هم محلول برای دو فلز تولید شوند، منجر به تشکیل هسته پوسته می‌شوند. برای رسیدن به ساختاری با هسته‌ی نقره ابتدا صفحه‌ی نقره‌ای را تحت تابش لیزری قرار می‌دهیم. نانوذرات تولید شده به درون آب ریخته می‌شوند. در ادامه به تولید نانوذرات طلا از صفحه‌ی طلا در همان محلول می‌پردازیم. نانوذرات طلا که ابتدا به صورت یونی هستند، پتانسیل لازم برای رسیدن به تعادل را از نانوذرات نقره کسب می‌کنند و به پایداری می‌رسند. این کسب پتانسیل از نانوذرات نقره مستلزم رسوب نانوذرات طلا به روی نانوذرات نقره می‌شود و ساختار هسته – پوسته را تشکیل می‌دهد.

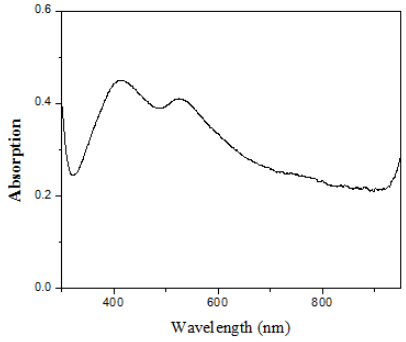
پس از تولید نانوذرات آن‌ها را روی زیرلایه‌ی BK7 خشک نموده سپس و پس از تبخیر آب موجود درمحلول لایه‌ی مگنتواپتیکی کبالت را به ضخامت ۴۰ نانومتربه روش لایه نشانی باریکه الکترونی لایه نشانی می‌کنیم.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-02]

اندازه گیری چرخش مگنتواپتیکی کر با کمک روش طیف سنجی مگنتواپتیکی در حضور میدانهای مغناطیسی در راستای نور و در خلاف جهت آن صورت پذیرفته است. در تمام بازه‌ی طول موجی اندازه گیری در زاویه‌های مختلف بین قطبنده ها انجام می‌شود و در نهایت به داده های چرخش مگنتواپتیکی در بازه طول موجی ختم می گردد [۴-۵].

نتایج

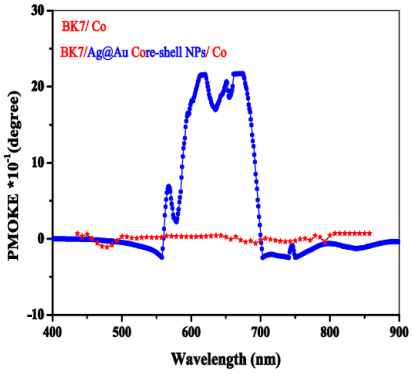
محلول هسته پوسته‌ی تولید شده دارای دو بیشینه‌ی جذبی می‌باشد که مربوط به هسته‌ی نقره و پوسته‌ی طلا می‌باشد که در شکل (۱) این طیف قابل مشاهده است.



شکل ۱: بیشینه‌ی جذبی ساختار هسته پوسته نقره طلا

قرار گرفتن نانوذرات طلا نقره در نزدیکی ماده‌ی مغناطیسی و از سوی دیگر زیر لایه‌ی شیشه‌ای به عنوان محیط دی‌الکتریک، باعث می‌شود که پاسخ ماده به میدان الکترومغناطیسی با حالتی که نانوذرات وجود ندارند تفاوت داشته باشد. نانوذرات در بازه‌ای که دارای طول موج جذبی هستند باعث تضعیف مقدار موهومی ضریب دی‌الکتریک می‌شوند. البته باید این نکته را در نظر داشته باشیم که ترکیب نانوذرات و ماده‌ی فرومغناطیسی بیشینه‌ی پلاسمونی نانوذرات را جابه‌جا می‌کند شکل (۲) تاثیر حضور نانوذرات در نزدیکی لایه‌ی فرومغناطیسی را نشان می‌دهد.

منحنی قرمز مربوط به اثرمگنتواپتیکی بدون حضور نانوذرات می‌باشد. دو بیشینه‌ی ظاهرشده در منحنی تشدید اثر مگنتواپتیکی مربوط به ساختارهسته پوسته می‌باشد. بیشینه‌های ظاهرشده در تشدید اثر مربوط به توزیع اندازه‌ی نانوذرات می‌باشد. این توزیع اندازه تبعاتی از این دست را به خاطر وابستگی طول موج تشدیدی به اندازه‌ی نانوذرات خواهد داشت.



شکل۲: تشدید اثرمگنتواپتیکی کر در حضور نانوذرات

نتیجه‌گیری

ساختار هسته پوسته پس از ترکیب با ماده‌ی فرومغناطیس و تشکیل ساختار مگنتوپلاسمونی با تغییر ضریب دی الکتریک منجر به تشدید اثر مگنتواپتیکی کر در بازه‌ی مورد نظر می‌شوند. وجود نانوذرات در کنار ماده-ی فرومغناطیس، میدان الکتریکیِ نور فرودی را به صورت گزینشی(دربازه‌ی جذبی پلاسمونی) تشدید کرده و منجر به تشدید اثر کر می‌گردد.

مراجع

[1] H.Han,Y.Fang,Z.Li,H.Xu, "*Tunable surface plasma resonance frequency in Ag/Au core shell nanoparticles system prepared by laser ablation* ", Appl .phys. lett. **92,** 023116 (2008).

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-02]

[2] H.Zeng , X.Du , S.C. Singh , S.A. Kulinich , S.Yang ,J.He ,and Weiping Cai, "*Nanomaterials via Laser Ablation/Irradiation in Liquid: A Review* ",AfM journal. **22,** 1333 (2012).

[3] S.M.Hamidi, ,M.Tehranchi, S.Sadeghi, "*Effect of magnetic annealing on magneto-optical properties of Ce : YIGthin films incorporating gold nanoparticles*",J.physD:appl.physc**. 44.** 305003 (2011).

[4] S. M. Hamidi, M.M. Tehranchi, *"Effect of magnetic annealing on magneto-optical properties of Ce YIG thin films incorporating Gold nanoparticles"*, J. Phys. D: Applied Phys. 44, 305003 (2011).

[5] S. M. Hamidi, M. Oskuie, S. Sadeghi, M. M. Tehranchi , "*Enhanced polar magneto-optical Kerr rotation in cobalt thin film incorporating Ag nanopartciles"*, Journal of Superconductivity and novel magnetism, 10.1007_s10948-013-2366-2 (2013).

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-02]