Study Thermoplasmonic and Nonlinear Optical Properties of Core shell Nanoparticles Engineered via Laser Ablation in Liquid

دراسة الخواص الحرارية البلازمونية والخواص البصرية اللاخطية لجسيمات نانوية المصنعة من اللب و القشرة بطريقة القشط  
 بالليزر في سائل

ماهر عبد الفاضل كاطع الابراهيمي

الخلاصة:

المصادر الحرارية ذات الدقة العالية والمسيطر عليها مطلوبة في مختلف التطبيقات وخصوصا الطبية. التراكيب النانوية البلازمونية تعتبر مصدر حراري نانوي من خلال الظاهرة الضوئية الحرارية. الهدف الرئيسي من البحث الحالي هو تصنيع ودراسة تراكيب نانوية من اللب والقشرة وتسجيل ارتفاع درجة الحرارة فيها بعد تعريضها الى الليزر.تم استخدام برنامج تمثيل حاسوبي ((COMSOL multiphysics 5.3a heat transfer model لتخمين ارتفاع درجة الحرارة بعد تعريضها الى الليزرات النبضية والمستمرة. عمليا تم استخدام تقنيتين لتصنيع التراكيب النانوية. حضر غشاء متراكب نانوي بطريقة (self-assembly) باستخدام جسيمات نانوية من الذهب و بوليدايمثيلسالوكسان عند مختلف ازمان الحضانة (12 h,18 h,24 h,72 h). تم استحدام طريقة القشط بالليزر النبضي في السوائل لتصنيع جسيمات نانوية من اللب والقشرة وفي مختلف الاوساط (الماء Polyvinylpyrrolidone, and Polyvinylpyrrolidone+ 1,1′-Diethyl-2,2′-carbocyanine iodide). انتج جسيمات نانوية من اللب المصنوع من رقائق الذهب بسمك نصف مليمتر و القشرة من مادة السليكون. استخدم ليزر (Nd:YAG) النبضي في هذه العملية . كان زمن القشط ثلاثة دقائق لللب ودقيقتان للقشرة.درست قابلية الغشاء النانوي المتراكب ليكون وسط بلازموني باستخدام تقانة (ellipsometry) تم تعريض التراكيب النانوية المصنعة من كلا التقانتين الى ليزري (532 nm Nd:YAG)المستمر و (520 nm fs fiber laser)النبضي . اخذت صور حرارية لجميع المواد المحضرة بواسطة كاميرا تصوير حرارية. شخصت الجسيمات النانوية المنتجة من اللب والقشرة بجهاز(Field emission scanning electron microscopy) .تم تسجيل الخصائص البصرية اللاخطية بتقنية (Z-scan) اظهرت نتائج التمثيل الحاسوبي ان هنالك ارتفاع واضح في درجات الحرارة من التراكيب النانوية من القلب والقشرة عند استخدام كلا الليزرين النبضي والمستمر. اثبتت النتائج المستحصلة من تقانة (ellipsometry) ان هنالك تغير واضح في الطور والسعة للغشاء المتراكب النانوي. ان حجوم التراكيب من المصنعة من اللب والقشرة تعتبر مناسبة للحصول على الحرارة المطلوبة. بينت الصور الحرارية ان ارتفاع درجة الحرارة للنماذج المصنعة من الغشاء النانوي المتراكب اكبر عند تعريضه لليزر المستمر من الليزر النبضي. بالعكس كانت نتائج التراكيب النانوية من اللب والقشرة حيث ان درجة الحرارة ارتفعت عند استخدام الليزر النبضي اكثر من الليزر المستمر. لقد تبين بوضوح ان هنالك خصائص بصرية لاخطية للتراكيب النانوية المصنعة من اللب والقشرة. تعتمد درجة الحرارة على زمن الحضانة لتركيب الذهب في بوليبينيباروليدون. يستنتج ان الغشاء النانوي المتراكب يعتبروسط بلازموني. تؤثر الاوساط المحيطة بالتراكيب النانوية المصنعة من اللب والقشرة على ارتفاع درجة الحرارة بشكل مباشر. النتائج كانت مشجعة في اعتبار التركيب النانوي من الذهب والسيلكا في وسط مائي مصدر حراري نانوي للتطبيقات الطبية.

# Abstract

Controllable and highly accurate heat source are the desired criteria for various applications especially the medical. Plasmonic nanostructure could be regarded a nano-heat source through photo-thermal phenomenon. The main objective of the current study is to fabricate and investigate core-shell nanoparticle and detect the temperature elevation after illumination by lasers. Simulation program COMSOL multiphysics 5.3a heat transfer model was used to estimate the expected temperature rising of core-shell nanoparticles irradiated by cw and pulsed lasers. Experimentally, two techniques were conducted to fabricate nanostructures. Nanocomposite film was synthesized by Self-assembly method using gold nanoparticles and Polydimethylsiloxane at different incubation time (12 h, 18 h, 24 h, and 72 h). Pulsed laser ablation in liquid is used to fabricate core-shell nanoparticle in different surrounding media (water, Polyvinylpyrrolidone, and Polyvinylpyrrolidone+ 1,1′-Diethyl-2,2′-carbocyanine iodide). Gold sheet 0.5 mm in thickness and one millimeter silicon wafer are utilized to produce core and shell nanoparticles. The materials used were ablated via 1064 nm Nd:YAG laser. The ablation time is three minute for the core while two minutes for the shell. The ability of nanocomposite film to be a plasmonic media was studied using ellipsometry technique. The fabricated nanocompsite film and core-shell nanoparticles gold at silica and silica at gold were illuminated by 532 nm continuous wave Nd:AYG laser and 520 nm fs pulsed fiber laser. The temperature elevation of all prepared samples was detected by thermal imaging camera. The produced core-shell nanoparticles were characterized by Field-emission Scanning Electron Microscopy. The optical nonlinear properties of core-shell nanoparticles was recorded via Z-scan technique. The simulation results showed that there is clear temperature elevation of core-shell nanoparticles for both continuous wave and pulsed lasers. The obtained results of ellipsometry technique proved that there are clear variation in phase and amplitude of the light incident on the nanocompsite film. The size of fabricated core-shell nanoparticles is suitable to get the wanted heat generation. The detected temperature elevation by thermal imaging camera reveled that the continuous wave laser source is higher than pulsed laser. Incontrast, the temperature elevated by pulsed laser is higher for core-shell nanoparticle. Clear optical nonlinear properties were detected for the fabricated core-shell nanoparticles. The temperature detected for gold in Polyvinylpyrrolidone is depending on the incubation time. It could be concluded that the nanocomposite film is regarded a plasmonic media. The surrounding media affect directly on the temperate elevation of gold at silica nanoparticle. The temperature elevation of gold at silica in water is encouraged to be used as a nano-heat source in medical application.