**توصيف الخواص الضوئية للمصفوفات النانومترية للبلورات الفوتونية المتكونة من عدة طبقات من العوازل المترسبة على سطح معدن**

رساله مقدمه

من

**محمد شعبان سعيد فاضل**

للحصول على درجة دكتوراه الفلسفه فى الفيزياء التجريبية

الى كلية العلوم جامعة بنى سويف

تحت إشراف

**أ.د/ فايز محمد شاهين**

أستاذ متفرغ- فيزياء تجريبية بقسم الفيزياء كلية العلوم جامعة بني سويف

**أ.د/ هاني صالح حمدي**

أستاذ الفيزياء التجريبية ورئيس قسم الفيزياء بكلية العلوم جامعة

بني سويف

**Prof. Sang-Wan Ryu**

أستاذ الفيزياء النانوفوتونية بقسم الفيزياء كلية العلوم الطبيعية جامعة تشونام كوريا الجنوبية

**2010**

***ملخص الرسالة***

يهدف هذا العمل الى صنع و توصيف بلورات فوتونية ثنائية البعد تتألف من عدة طبقات من معدن-عازل مترسبه على سطح معدن وهي قضبان الذهب النانومتريه / الألومينا انوديك المسامية Au nanorods/ Porous Anodic Alumina membranes (Au/PAA) ، و أغشية ال PAA المزينه بالذهب.

في هذا العمل تم بنجاح تناول ضبط سمك وقطر المسام فى أغشية الألومينا انوديك المسامية المرتبة والمنظمه فى شكل مصفوفات نانومتريه، تم تكوين أغشية ال PAA المرتبة ذاتيا والمخصصة على نحو فعال من الالومنيوم النقي صناعيا في حمض الأكساليك 0.3 M. وقد لحظ ان زمن التأين الثانوي(Second anodization time) و زمن توسيع المسام (pore widening time) تكون هى العوامل الرئيسية التي تؤثر على سمك وقطر المسام فى أغشية الألومينا انوديك المسامية. وقد وجد ان سمك أغشية ال PAA يزيد خطيا مع زمن التأين الثانوي ومعدل الحفر او معدل نمو المسام يساوى 64 نانومتر / دقيقة. كما ان قطر المسام تتسع بانتظام رتيب من 27 الى 61 نانومتر بمعدل 0.435 نانومتر / دقيقة.

تم الجمع بين عملية الاستقطاب المهبطية وعملية توسيع المسام بنجاح لإزالة طبقة الحاجز كليا بين غشاء ال PAA وركيزة الالومنيوم, وقد ادت هذه الطريقة الى النتائج التالية:

1. تمت الازالة لهذه الطبقة بعد 7.5 دقيقة استقطاب مهبطي مع 70 دقيقة لتوسيع المسام.
2. من الممكن السيطرة والتحكم فى قطر المسام من 70 الى 90 نانومتر بدون هدم غشاء الألومينا انوديك المسامي (PAA ) , وهذا المدى لا يمكن الحصول عليه بعملية توسيع المسام فقط دون ان يتم هدم حوائط الغشاء.

المزايا الرئيسية لهذه الأغشية هى

* الالتصاق التام مع ركيزة الالومنيوم ،
* الإزالة التامة والكلية لطبقة الاكسيد الحاجزه ،
* لايحدث تآكل حفر على ركيزة الالومنيوم في الظروف المثله لازالة الطبقة الحاجزه ،
* التحكم بدقة فى الحجم والقطر ،
* والمزيد من التجانس.

ونتيجة للمزايا السابقه تم استخدم هذه الأغشية بكفاءة عالية فى تصنيع مصفوفات نانومتريه عالية الترتيب والتنظيم (مع ارتفاع عامل التعبئة و الاتساق). باستخدام التيار المستمر فى عملية الترسيب الكهربى (DC electrodeposition) للذهب داخل ثقوب القالب تم الحصول على النتائج التالية:

* تم ترسيب مصفوفات قضبان الذهب النانومتريه Au nanorods arrays عالية الانتظام والاتساق والترتيب فى قطر القضيب وارتفاعه بنجاح داخل هذه القوالب.
* دراسات تفصيلية للانعكاس الناتج من سقوط الضوء على اسطح كلا من Au/PAA composites و freestanding Au nanorods arrays كشفت عن وجود ثلاثة منخفضات رنين. (resonance minima)
* شدة ومكان هذه الانخفضات ((resonance minima فى منحنى الانعكاس تعتمد على كلا من النسبة بين ارتفاع القضيب و قطره aspect ratio)), و اتجاه الاستقطاب , وزاوية السقوط والوسط العازل بين قضبان الذهب.
* كذلك تشير هذه النتائج الى ان ال Transverse Surface Plasmon Resonance (TSPR)

الاساسى عند طول موجى527 nm ~ أقوى مما ذكر فى الدراسات السابقه ، بالإضافة إلى وجود TSPR من رتبه أعلى عند طول موجى 430 nm ~. وهذه النتائج ترجع الى الجوده العالية فى ملئ كل ثقوب قالب ال PAA بقضبان الذهب ذات القطر الواحد وكذلك الطول الموحد نتيجه لإزالة طبقة الحاجز كليا بين غشاء ال PAA وركيزة الالومنيوم.

وبالإضافة إلى ذلك ،و باستخدام r.f. magnetron sputtering فقد زينت الجدران الداخلية لهذه القوالب PAA templates)) بجسيمات الذهب النانومترية Au nanoparticles بالتزامن مع تكوين فيلم رقيق جدا من جسيمات الذهب النانومترية على سطح غشاء ال PAAوبه فجوات موحدة ومنتظمه بالاضافه الى شبه فجوات قطرها اقل من 25 نانومتر. وقد اظهرت هذه الاغشية المزينة بالذهب الوانا رائعه ذات درجه عالية من التشبع والناتجه من التداخل والتى امكن التحكم فيها وضبطها. وكشفت دراسات تفصيلية لانعكاس هذه البنى(الهياكل) دور كلا من

1. Localized Surface Plasmon (LSP)
2. Propagating Surface Plasmon (PSP)

فى تعظيم و تعزيز التداخل الضوئى فى هذه البنى (الهياكل) ذات الطبقات المتعدده.

وبالإضافة إلى ذلك ، هذه النتائج تتضمن بيانات عن كيفية اعتماد أطياف الانعكاس على البارمترات المختلفه لكلا من مصفوفات جسيمات الذهب النانومترية و وغشاء ال PAA . وأشار التحليل الكمي للبيانات باستخدام نموذج تجريبي من أربعة طبقات الى الاتى

1. بالنسبه للبنى ذات الطبقات المتعدده و المساميه فان الاقتران الكهرومغناطيسية electromagnetic coupling القوي بين كلا من LSP & PSP مع حزم التداخل يؤدي إلى تشبع لون التداخل.
2. لوحظ وجود اختلاف فى الطور phase difference يقترب من 180o للعينات المعرضة لترسيب الذهب (زمن التزيين) لمدة أطول من 60 ثانية مقارنة مع تلك المعرضه لأقل من 60 ثانية ، نتيجة للانتقال من تفاعل ثنائي القطب - ثنائي القطب dipole-dipole interaction الى رجيم الاقتران المتصل conductively coupled regime.

من كل النتائج السالفة الذكر, تعد النهج والطرق المستخدمة لتصنيع العينات في هذه الدراسة بسيطة وسريعة واقتصادية ، ويمكن اعادة انتاجها باستخدام نفس الطرق. لذلك ، يمكن استخدام الهياكل المقترحة بمثابة اللبنات لأجهزة nanophotonic و nanoelectronic.