تقانة الابرة كطريقة مثلى لتصميم طلاء مضاد للانعكاس امثل ضمن منطقة الاطوال الموجية تحت الحمراء (3-5) ما يكرو متر

*الاء نزارعبد الغفار * هيفاء غازي رشيد** حركات محسن رومي**

استلام البحث 20، كانون الاول، 2012
قبول النشر 11، اذار، 2014

الخلاصة:

في هذا البحث تم التغلب على صعـــوبات تصميم طلاءات مضادة للأنعكاس (ARCs) متعدد الطبقات والتوصل الى تصاميم مثلى ضمن النافذة (3-5) مايكرو متر باعتماد تقانة الابرة،حيث تعد الابرة احدى الطرق المثلى الحديثة والمتطورة المعتمدة في التصميم.

اشارت النتائج الى ان التصاميم المقترحة فعالة جدا في بناء تصاميم معقدة لمرشح الطلاء المضـــاد للأنعكـــاس (ARC) يصعب التوصل اليها بطرق التصاميم الاخرى . اوضحت الدراسة عن اختيار امثل للدالة المميزة فضلا عن ذلك عرضت النتائج امكانية تصميم هذا النوع من المرشحات بعدد قليل من طبقات الطلاء وكذلك اسماكها قليلة مقارنة مع طرق التصاميم الاخرى مما يجنبنا الكثير من مشاكل التصنيع والتطبيق العملي. مشكلة اختيار المواد تم التغلب عليها في هذ ا البحث حيث تمت التصاميم بمواد متوافرة وقليلة الكلفة.

الكلمات المفتاحية : الطلاء المضاد للأنعكاس ،طلاء متعدد الطبقات ، الطرق التوليفية في التصميم. طريقة الابرة المثلى في التصميم

المقدمة:

تعد تقنية الطلاء البصري (Optical Coating) للاغشية الرقيقة (Thin Film) ذات اهمية متزايدة في عالمنا اليوم لما لها من تطبيقات واسعة في البصريات الحديثة والعديد من فروع العلم والتكنولوجيا حيث يمكننا التحكم والتغييرفي توزيع شدة الطيف الكهرومغناطيسي وعلى مديات واسعة او محددة من الاطوال الموجية [1].

ان الطلاءات المضادة للانعكاس(ARCs) تكون مرغوبة في الانظمـــة البصريـــة عريضـــة الحزمـة (cal SystemsWid band Opti) مثل كاميرات المسح الجوي (Aerial Survey Cameras) والمجســـات (Star Sensors) التي تستخدم في تحسس وضعية الاقمار الصناعيـــة والنجوم[2] وفي الخلايـــا الشمسيـــة (Solar Cells) [3] والكواشف (Detectors) بالاضافة الى التطبيقات التي ظهرت مع تطور التكنولوجيا ضمن النافذة (3-5µm) كأنظمة التصوير الحراري (Thermal Imges Systems) ومدى واسع من مقاييس الاشعة تحت الحمراء (Infrared Radiometers) [4]. ان نوع الطلاء(ARC) المستخدم في اي تطبيق عملي يستند على عدة عوامل تتضمن مادة الاساس،مدى الطول الموجي المتضمن ،مادة الغشاء،اضافة الى نوع الاداء والكلفة [5] .

نتيجة لزيادة متطلبات الاداء البصري لتصماميم الطلاء المضاد للانعكاس مع تزايد التعقيدات في المنظومات البصرية والتي تحتاج الى نماذج رياضية معقدة أستند الاهتمام الى الطرائق العددية ذات خوارزميات تخصصية وتطورية والتي تقدم أمكانيه لتصميم مرشحات متعددة الطبقات بخصائص تخصصية معقدة أكثر بكثير من أمكانيه تصميم هذه الخصائص بالطرائق الاخرى [6]. تعد تقانة الابرة احدى تلك الخوارزميات الحديثة، التخصيصة والذكية.

ان من مميزات تحقق الامثلية هي الدالة المميزة التي تحدد متطلبات التصميم [7]، نظراً لأهمية تطبيقات الطلاء المضاد للانعكاس في المنظومات الكهروبصرية ضمن النافذة البصرية (3-5µm) فقد تم في هذا البحث التوصل الى تصميم طلاء مضاد للانعكاس أمثل ذو طبقة مفردة وطبقتين ومتعدد الطبقات باعتماد المصفوفة المميزة المعدلة وتقانة الابرة كطريقة مثلى في التصميم لمادة الأساس الجرمانيوم .

المواد وطرائق العمل:

الجزء النظري

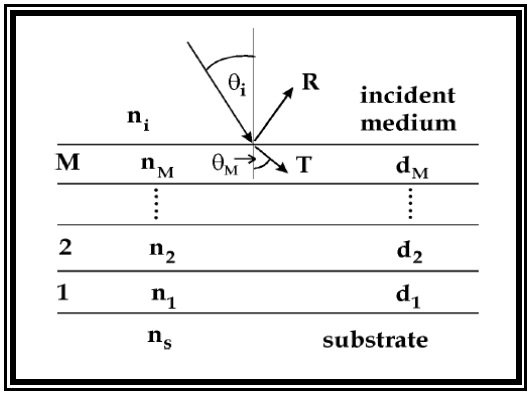
المصفوفة المميزة المعدلة

أن الطلاءات البصـــرية متعـــددة الطبقـــات تـــراكيب تداخليـــة يعتمـــد أســـاس عمـــل طـــلاءات الاغشيـــة الرقيقـــة على مـــبدأ التـــداخل البنـــاء (Constructive Interference) والأتـــــلافي (Destructive Interference) بين الاشعة الضوئية الخارجة من طبقات الطلاء الرقيقة بعد أن تعاني أنعكاسات

*كلية العلوم للبنات /جامعة بغداد
**كلية التربية /جامعة المستصرية

داخلية متكررة على السطوح الداخلية (Interfaces) لهذه الطبقات [8].
الشكل (1) يوضح تركيب طبقي (Layered Stucture) من الاغشية الرقيقة المرسبة على أرضية أساس . حيث كل طبقة بمعامل أنكسار يختلف عن الطبقة المجاورة . وأن السمك البصري (Optical Thickness) للطبقات

يكون من مرتبة ربع موجة الضوء الساقط ، بحيث أن الموجات المنعكسة والنافذة من طبقات الطلاء الرقيقة تتداخل مع بعضها البعض وتكون عادة متشاكهة .



شكل(1) يوضح نظام متعدد الطبقات [6]

حيث : $d_m \ldots d_2, d_1$ تمثل سمك طبقات الطلاء n_s ,n_iمعامل أنكساروسط السقوط وأرضية الاساس (Substrate) على التوالي، $n_m \ldots n_2, n_1$ معامل أنكسار طبقات الطلاء θm،$i\theta$ زاوية السقوط والانكسار عند طبقة الغشاء الرقيق m على التوالي .

وظفت نظرية المصفوفة المميزة المعدلة في بصريات الاغشية الرقيقة لتصبح طريقة تصميم تحليلية عامة وشاملة لجميع أنواع المرشحات [9]، بموجب هذه النظرية يمكن تمثيل كل طبقة رياضيا بمصفوفة مربعة نوع 2×2 تصف خواص تلك الطبقة ،الفكرة الاساسية وراء هذه الطريقة مجاراة (Matching) المجال الكهربائيE والمغناطيسي H للضوء الساقط على الحدود الفاصلة بين الطلاءات البصرية المتعددة الطبقات [1].

$$\begin{pmatrix} B \\ C \end{pmatrix} = \left\{ \prod_{r=1}^{m} \begin{bmatrix} \cos\delta_r & i n_r \sin\delta_r \\ i\, n_r \sin\delta_r & \cos\delta_r \end{bmatrix} \right\} \begin{pmatrix} 1 \\ n_s \end{pmatrix} \ldots\ldots(1)$$

، $i = \sqrt{-1}$

حيث δ تمثل سمك الطور (phase thickness) والذي يعطى بالكمية :

$$\delta_r = 2\pi\, n_r d / \lambda .$$

أن المعادلة (1) تقدم وصفا" دقيقا" لمنظومة الاغشية الرقيقة والارضية الاساس ، حيث B, C يمثلان سعات المجال الكهربائي والمغناطيسي للضوء المنتشر خلال الوسط عند تردد معين وأن $n_{sub}, \delta_r, n_r, d_r$ ،تمثل السمك الفيزياوي ومعامل الانكسار وسمك الطور والسماحية البصرية للركيزة على التوالي فأن أنعكاسية المنظومة (R) تكون :

$$R = \left(\frac{n_\circ B - C}{n_\circ B + C} \right) \left(\frac{n_\circ B - C}{n_\circ B + C} \right)^* \ldots\ldots(2)$$

أن نفاذية المنظومة (T) هي نسبة الشدة الخارجة (Output intensity) من الاغشية الرقيقة والشدة الداخلة (Input intensity) [1] :

$$T = \frac{4 n_\circ \, \mathrm{Re}(n_s)}{(n_\circ B + C)(n_\circ B + C)^*} \ldots\ldots(3)$$

Re(n_s) يمثل الجزء الحقيقي لمعامل أنكسار ألارضية ألاساس ،وبالتعبير عن سمك الطور لكل طبقة في المعادلة (1) بدلالة الدالة الاسية العقدية ،أي:

$$\sin\delta_r = \frac{e^{i\delta_r} - e^{-i\delta_r}}{2i} \ldots\ldots(4)$$

$$\cos\delta_r = \frac{e^{i\delta_r} + e^{-i\delta_r}}{2} \ldots\ldots(5)$$

فأن المعادلة (1) تعرف عندئذ بالمصفوفة المميزة المعدلة

تقنية الابرة كطريقة مثلى

يمكن أن نصف مسائل تحقق الامثلية على أنها البحث عن أعلومات بناء(construction parameters) النظام والتي تقود الى أفضل تحقق للمواصفات البصرية المطلوبة (Desiered Optical Specification) [10] والتي تعتبر من التحديات الصعبة في بناء المرشحات البصرية المتعدد للطبقات بسبب أبعاد الفضاء للحلول المحتملة كبيرة ومعقدة [11].ان تقنيات تحقيق الامثلية تتضمن طرائق تهذيب (Refinement methods) وطرائق توليف (Synthesis Methods) [12].

ان طرائق التهذيب لاتولد تصميمها الابتدائي حيث تواجه طرائق التهتذيب مشاكل بسبب هذه المعضلة ،وللتغلب على هذه المعضلة ظهرت طرائق التوليف التي تولد تصميمها الابتدائي ذاتيا [2] وتعد طريقة الابرة احدى طرائق التوليف الذكية.

أن جوهر العملية يكمن في أيجاد الحد الادنى للدالة المميزة وصولاً الى تحقق الأمثلية في

الأداء البصري وذلك من خلال تقديم حلول مرضية للمشاكل التي تواجهها التصاميم المتعددة الطبقات ، فمن وجهة نظر فيزياوية الطلاءات المضادة للانعكاس تركيب تداخلي يتحدد أداءه البصري بتأثيرات التداخل للامواج المنعكسة المتعددة بين مختلف حدود الطبقات ويكون أغلب المعلمات الفيزياوية المهمة هي الاطوار والسعات لتلك الامواج وهذه بدورها معتمدة على معامل الانكسارالطبقة وسمكها [13] لذا فان الأختيارالدقيق في السمك ومعامل الانكسار كأعلومة تحقق أمثلية بالغة الاهمية في تحقيق الأنجاز المطلوب فضلا"عن اختيار تسلسل الترسيب التراكمي للطبقات ،عدد تلك الطبقات ، انتقاء المواد العازلة والسمك البصري لها سيؤدي الى تحقيق الأستجابة الطيفية والانعكاسية المطلوبة.

الفكرة الاساسية لتوليفية الابرة تستند أجراءاتها على أقحام طبقة أوعدة طبقات متتالية رقيقة بسمك بصري قريب من الصفر داخل تركيب متعدد الطبقات ، عمليا (Practically) هذا الاقحام يكافئ التغيير في معامل الأنكسار الجانبي (Refractive Index Profile) للمجموعة والسمك البصري [14].

فأذا أقحمت الطبقة الجديدة في الموضع الصحيح فأن تأثيرات تداخلية جديدة تترتب مع هذه الطبقات تحسن التماثل بين الخواص الفعلية للطيف (tral CharacteristicsActual Spec) والخـــواص المطلـــوب (Targets Design Characteristics) الوصول اليها [13]. أن تقنية الابرة تعمل على ضغط التصميم فتختزل الطبقات التى دون السمك المضغوط الى الصفر، أما أذا الفاصلة المضغوطة صفر فأن التصميم لن يضغط أبداً،من هنا يتضح الامكانية الرائعة لهذه التوليفية في اختزال فضاء أعلومات البناء الى ابعاد اقل مما كان عليه مما يساعد المصمم على انجاز افضل النتائج ولتصاميم معقدة في زمن قياسي قصير [15].

تعتبر الدالة المميزة واحدة من العناصر المهمة التي تستند عليها الطرق العددية في تصميم طلاءات متعدد الطبقات [10] والتي تمثل المقياس العددي للتطابق بين خواص الطيف الفعلية والمرغوب في الوصول اليها،فهي دالة لاعلومات بناء التصميم والتي تتحكم في مراحل تقدم التصميم حيث تمثل أداء النظام في أي وقت [11] ، وتم اعتماد المعادلة (4) كدالة مميزة لهذا النظام [10] .

$$MF = \left[\frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} \left\{ \frac{Q_i^T - Q_i}{\delta Q_i} \right\}^k \right]^{\frac{1}{k}} \quad ....(4)$$

$$when \quad k = 1,2,4,or16$$

$$1 \le i \le m$$

حيث :

Q_i^T : قيم الانعكاسية أو النفاذية (الهدف). Q_i :

قيم الأنعكاسية اوالنفاذية المحسوبة، δQ_i :حساسية التصميم (Tolerance) لأخطاء التصنيع الصغيرة وهو مقلوب الوزن (Weight) للنقاط m ويعتمد أختياره على خبرة المصمم.

من الجدير بالذكر أن تقنية الابرة تتعامل مع كل أنواع المواد ولاتتطلب تصاميم بداية متقنة (Eleborate) فمن الممكن أن يكون أعتباطي كأن يكون طبقة واحدة ،فضلا"عن أن قاعدتها التحليلية غير محددة بأنجاز أهداف عملية معينة أو أستثنائية في الوصول الى التقييم الامثل للاداء البصري [13] .

النتائج والمناقشة:

في الدراسة الحالية تم تصميم مرشح ARC وتحري (Search) الخصائص البصرية لأداء بصري أمثل ضمن منطقة الاشعة تحت الحمراء المتوسطة المحددة بالنطاق الطيفي (3-5µm) وعند طول موجة تصـــميم ($\lambda_\circ$ = 4 µm) بأعتماد توليفية الابرة كطريقة مثلى باستخدام مادة الجرمانيوم كمادة أساس(ns=4.025) [16] وفقا للخصائص البصرية والميكانيكية والكيميائية التي تنسجم مع خصائص الركيزة تم اعتماد مواد الطلاء الموضحة في الجداول (1) .

جدول (1) بيانات مجاميع مواد طلاء مرشح ARC بأعتماد ركيزة الجرمانيوم [17] .

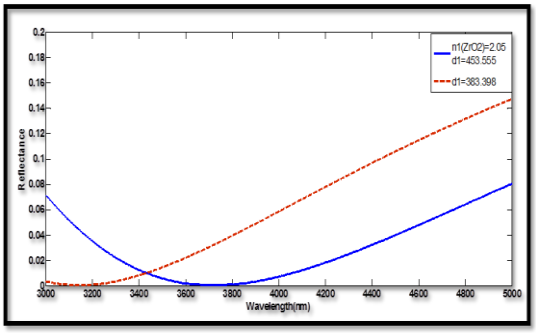
Configurations	Material	Refractive Index(n)
Single Layer	$_2$ZrO	2.05
Two Layers	SiO CdTe	1.6 6.2
Three Layers	SiO CdTe Si	6.1 6.2 42.3

أن أنعكاسية سطح جرمانيوم مفرد الغير مطلي (Bar Germanium Substrate) وضمن حدود الطيف (3-5µm) ولسطح واحد 36% بسبب معامل أنكساره العالي

[17]. بأعتماد توليفية الابرة كطريقة مثلى تم تقليل أنعكاسية سطح الجرمانيوم الى قيم مثلى تقترب من الصفر ووفقاً للنتائج ادناه .

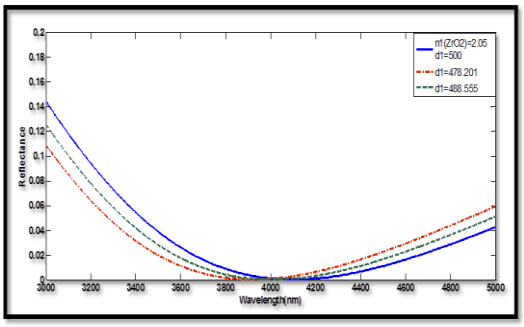
أن أجراءات تحقق الامثلية بدأت بتصميم وتحري الخصائص البصرية لطبقة مفردة فكانت أغلب النتائج تشير الى أمكانية الحصول على أنعكاسية مثلى وعند طول موجي واحد بتغير سمك الطبقة المفردة دون اللجوء الى تغيير المواد وهذا يعطي فرصة للمصمم في التغلب على صعوبة الحصول على مواد طلاء مناسبة والتى تحقق الهدف

1- أن التصميم الامثل بأعتماد توليفية الابرة يعطي مدى واسع من الأنعكاسية الواطئة وعند طول موجي محدد وكما هو متوقع يتناوب موقعها على طول مدى الطيف المختار حيث أن موقع الانعكاسية الدنيا لسطح مطلي يعتمد على السمك البصري للطلاء ،فمن مراقبة نتائج التصاميم لوحظ عندما يكون سمك الطبقة المفردة يتراوح مابين (370- nm 470) تزاح الانعكاسية المثلى بأتجاه منطقة الاطوال الموجية الاقصرومع زيادة السمك تبدأ الانعكاسية الواطئة تزاح بأتجاه منطقة الاطوال الموجية الاطول من الطيف المختاركما موضح في شكل (2).



شكل(2) تناوب موقع الانعكاسية المثلى على طول الطيف المختار بتغيير سمك الطبقة المفردة لركيزة الجرمانيوم .

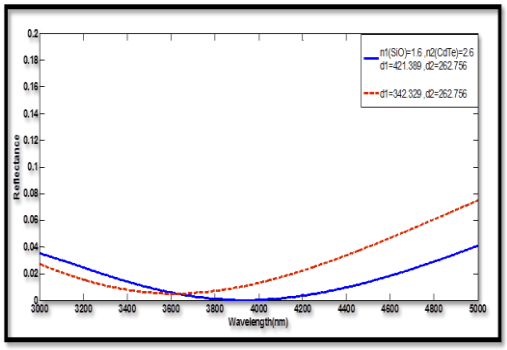
2- تم الحصول على أنعكاسية صفرية عند طول موجة التصميم عندما يكون سمك الطبقة المفردة دون nm 500وبذلك صمم هذا النوع من الطلاء وبسمك متميزكما في الشكل (3).



شكل (3) أنعكاسية مثلى عند طول موجة التصميم ($\lambda_{\circ}$ = 4 µm)

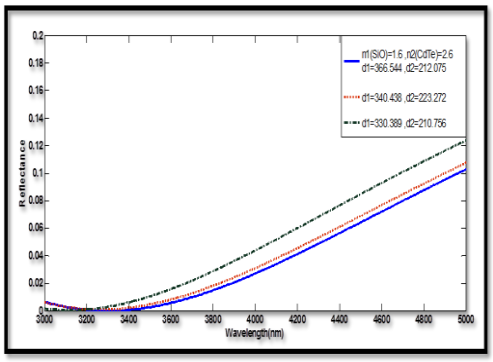
أشارت نتائج تصاميم الطبقة المفردة الى أمكانية التوصل الى بناء مرشح بصري مضاد للانعكاس يخدم جزءاً من التطبيقات فضلاً عن تقييد المصمم في تحقق الامثلية ولمدى واسع من الطيف المختار لذلك دعت الحاجة الى أضافة طبقة أخرى ووفقاً لمواد الطلاء الموضحة في جدول (1) ثنائي الطبقة . أن سلوك الانعكاسية كدالة للطول الموجي لطلاء مضاد للانعكاس ثنائي الطبقة ومن خلال نماذج تصاميم ثنائي الطبقة قد أشارت الى:

1- أن سمك الطبقة الاولى ذات تأثير واضح وكبير في التحكم والتوصل الى أنعكاسية مثلى في تصاميم ARC فأي تغيير بسيط في سمك الطبقة الاولى يحدث تغيير ملحوظ في موقع الانعكاسية المثلى كما في الشكل (4).



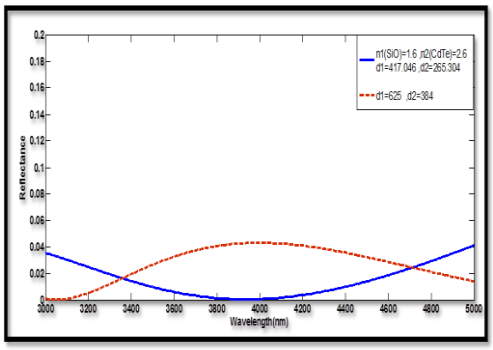
شكل (4) تأثير سمك الطبقة الأولى على الاداء البصري

2-ظهور أنعكاسية تقترب من الصفر تزاح بأتجاه الاطوال الموجية الاقصر محددة مابين (mµ 3.6 - 3) من الطيف المختارعندما يكون سمك الطبقة الأولى يتراوح مابين (nm 400- 320) وسمك الطبقة الثانية محدد مابين (nm 230 - 200) شكل (5) .



شكل (5) أنعكاسية مثلى عند منطقة الاطوال الموجية القصيرة من الطيف المختار

3- تم الحصول على الانعكاسية مثلى وبالتحديد عند طول موجة التصميم λ_o عندما يتراح سمك الأولى مـــابين (435 nm - 410) وسمك الطبقة الثانية محدد مابين (275 nm -260). مقارنة بنتائج الانعكاسية التي قدمـــت من قبل (M.H. Asghar et al.)لمرشح ARC ثنائي الطبقة فأن الاسماك التي أعتمدت في الدراسة الحالية كانت أقل ونتائج أفضل حيث تمكنا من أنجاز أنعكاسية مثلى صفرية ذات تسطح (Flatting) كما مبين في المنحني وبنفس عدد الطبقات وعند طول موجة التصميم وكما موضح في شكل(6).

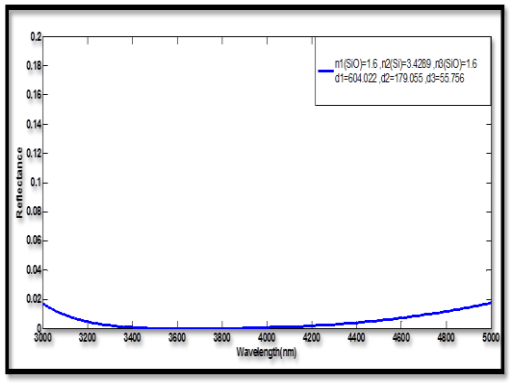


شكل (6) مقارنة في الأداء البصري عند طول موجة التصميم(λ_o=4mμ) بين النتائج التي قدمت من قبل (M.H. Asghar et al.) لمرشح ARC ثنائـــي الطبقة والنتائج الدراسة الحاليـة (---- نتائج المقدمة من قبل M.H. Asghar et al،ـــ نتائج الدراسة الحالية)

لزيادة أحتمالية الحصول على طلاء ذي أنعكاسية مثلى ويمتد لمدى عريض يغطي أغلب أجزاء الطيف المختار فأن الضرورة تتطلب زيادة في عدد الطبقات . لقد تم التوصل الى بناء مرشح ARC ثلاثي الطبقة ذو أداء بصري أمثل بأعتماد توليفية الابرة أفضل مما قدمت في الطرائق الكلاسيكية حيث تمتلك تقانة النيدل أمكانية تفتقر اليها الطرائق الاخرى وهي أقحام طبقات مغايرة أو مشابهة لمعامل أنكسار نقطة الأقحام وفي مواضع مختلفة من التركيب .

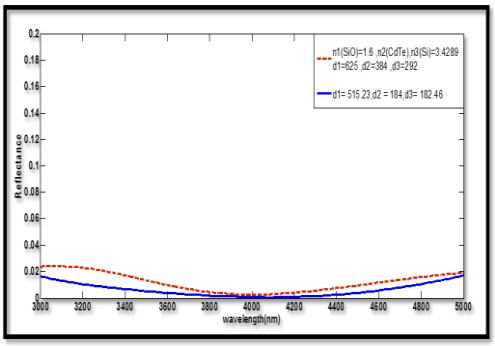
بأعتماد مواد الطلاء الموضحة في الجدول (1) ثلاثي الطبقة ووفقاً لاجراءات تحقق الامثلية لتوليفية الابرة فأن أغلب النتائج المستحصلة من تصميم مرشح ARC ثلاثي الطبقة ومن خلال رؤية تاثير أسماك الطبقات على السلوك البصري قد أشارت الى :

1- أوضحت تقانة الابرة أسلوب الحصول على أفضل النتائج في بناء مرشح ARC بأعتماد تراكيـــــب دورية (Alternating Configuration) تتناوب فيها مواد الطلاء عالية ومنخفضـــة في معامـــل الأنكســـار(Highest and Lowest Refractive Indices) والتي تبدي أنحدار حاد في معاملات أنكسارها حيث لوحظ أن الاداء البصري يعطي نتائج مثلى يغطى جميع أجزاء الطيف المختار تقريباً وبذلك تم الحصول على طلاء مضاد للانعكاس واسع النطاق يعطي انعكاسية صفرية لمدى واسع من الطيف المختار بثلاث طبقات فقط وبمادتين مختارة فقط كما موضح في الشكل (7) وبذلك تمكنا من التغلب على مشاكل تصنعية كبيرة.



شكل (7) أنعكاسية مثلى بأعتماد ترتيب متناوب لموادطلاء عالية ومنخفضة في معامل الانكسار

2- بناءاعلى ماتقدم لاحظنا أمكانية أنجاز نتائج مثلى ولمدى واسع من الطيف المختار وبأسماك فيزياوية مثلى أقل مما أعتمدت لبناء تصاميم الطلاء المضاد للانعكاس بالـــــطرائق الاخـرى والتي قدمت من قـبل (M.H. Asghar et al.) لمرشح ARC ثلاثي الطبقة حيث تم أنجاز أنعكاسية مثلى تغطي أغلب أجزاء الطيف المختارذات تسطـــح واضـــح في الاداء البصري والتي يوضحها شكل (8)



شكل (8) مقارنة الأداء البصري بين النتائج التي قدمت من قبل M.H. Asghar et al.) (لمرشح ARC ثلاثي الطبقة والنتائج الدراسة الحالية (---- نتائج المقدمة من قبل M.H. Asghar et al ، ـــــ نتائج الدراسة الحالية)

الأستنتاجات:-

1- ان أستخدام تقانة الابرة أدت الى تصميم مرشح الطلاء المضاد للانعكاس المتميز الاداء ويشمل مدى واسع من الطيف المختار (3-5 µm) ضمن الدراسة الحالية دون اللجوء الى زيادة الطبقات او تغير المواد وهذا يتعذر التوصل اليه في الطرائق الاخرى ويعد قفزة في تصنيع هذا النوع من المرشحات حيث عند تصميم الطلاء المتعدد الطبقات تمكنا بثلاث طبقات ومادتين فقط تم حصول على طلاء مضاد معاكس وانعكاسية صفرية تغطي معظم أجزاء الطيف المختار.

2- عند تصميم طلاء مضاد للانعكاس من طبقتين تم التغلب على المشاكل التصميمية بالطرائق التقليدية التي واجهت الباحثين في تصميم هذا نوع من الطلاء وبهذا العدد من الطبقات

3- ان الاداء البصري الامثل في بناء مرشحات ARC متأثر جداً وحساس لأي تغيير في سمك الطبقات وترتيبها وخصوصا سمك الطبقة الاولى والذي يلعب دور مهم وحيوي في بناء هذا النوع من المرشحات وصولاً لاداء امثل، لكن في حالات استثنائية وعند حدود معينة في سمك هذه الطبقة يتراوح مابين (10-75 nm) قد تؤدي الى عكس الظاهرة لتعطي نتائج معبرة عن ظواهر بصرية اخرى.

4- لاتتوقف اجراءات تحقق الامثلية بطريقة الابرة عند حد معين كما في الطرائق التوليفية الاخرى فقد يمكن تحقيق تحسينات اضافية ولأبعد مايمكن في الاداء البصري بتحليل بنيوي (AnalysisStractura l) للطبقات الناشئة وكذلك عمل تعديلات الناسبة في الانظمة البصرية المتطورة.

5- أمكانية هذه التوليفية في اختزال الفضاء أعلومات البناء الى ابعاد اقل مما كان عليه مما يساعد المصمم على انجاز افضل النتائج ولتصاميم معقدة في زمن قياسي قصير.

6- هناك نقطة لابد من الاشارة اليها ،غالباً ماتتبع طرائق التوليف قبل طرائق التهذيب لتحقيق الامثلية في الاداء البصري ،لكن بأعتماد توليفية الابرة كطريقة مثلى واختيار دالة مميزة بسيطة اظهرت عدم الحاجة الى طريقة تهذيبية معتمدة.

7- الدالة المميزة متعددة التطرف (muliextremal) ،ونتيجة لأجراءات تحقق الأمثلية والذي يماثل الحد الادنى الكروي للدالة المميزة (The global minimum of the merit function) الذى يحتفظ ببقائه (exist) بين العديد من الحدود الدنيا الموضعية (Local minimum) التي اعدادها تتزايد بسرعة عند زيادة عدد الطبقات، فأن البحث في الحد الادنى الكروي اكثر تعقيدا ومطول جدا ولذلك فأن توليفية الابرة تعتبر من التقنيات التي تعمل على تخفيض هذه الحدود الى حد كبير اليا وبثقة عالية مما يساعد المصمم في تسهيل آلية البحث في الحد الادنى الموضعي والتي هي مستحسنة اكثر في البحث من الحد الادنى الكروي لضمان دقة عالية في تحقق الامثلية.

المصادر:

1.Macleod. H. A.2001, *Thin-film optical filters*, 3rd edition,.W.T., Institute of physics publishing, Welford.

2. Jinn-Moon Yang and Cheng-Yan Kao. 2001. *An Evolutionary Algorithm for the Synthesis of Multilayer Coatings at Oblique Light Incidence*, J. Light Wave Tech.,19 (4):559-569.

3.Lesnic. D,Wakefild.G, Sleemanz.B .D ,and Ockendon.J. R., 2010. *Determination of the index of refraction of antirefction coatings*, Maths.in Industry Case Stu. J., 2: 155-173.

4. Rogalski A., and chrzanowski. k. 2002. *Infrared Techniques and Devices* Opto –Electronics Review ,10(2) : 111–136 .

5. Arabshahi. H, and Asmari. M . 2010. *Optimum designing of thin film filter layers of SiO2 and SnTe based on optical particle swarm optimizer*, Int. J. Phys.Sci, 5 (01): 57-61.

6- Jinn-Moon Yang and Cheng-Yan Kao. 2001. *Efficient evolutionary algorithm for the thin-film synthesis of inhomogeneous optical coatings,* Appl.Op, 40(19): 3256-3267.
7. Ptro Kosoboutsky, Maryana Karkulovska ,and Alla Morgulis .2010 .*The principle of multilayer plane-parallelstructure antireflection*, Op. Applicant, vol. XL(4):759-765.
8. Ziad. T. Dahan , Alaa Nazar ,and Rashid.Gh.H., 2009 . *Designs of Polarization insensitive narrow Band pass filter*, Optical Society of India, J.opt., 38 (1): 48-65.
9. Rashid.Gh. H., 1996. *Design and optimization of thin-film optical filters with applications in the visible and infrared regions*, Ph.D. Thesis Al- Mustansiryiah University .
10. Dobrowolski. J. A.1997. *Numerical methods for optical thin films,* Opt. and Phot. News, 8(6):24-33.
11. Tikhonravov J.R , Tikhonravov .A. V ,and. Trubetskov .M. K,1993. *Second-Order Optimization Methods in the Synthesis Of Multilayer Coatings,* Com. Maths. Phys., 33 (10):1339-1352.
12. Lei Li Qiong-Hua Wang, Da-Hai Li and Hua-Rong Peng . 2009. *Jump method for optical thin film design,* Optical Society of America ،Optics Express, 17 (19):1692-1626.
13. Tikhonravov .A.V., Trubetskov .M.K. and DeBell .G.W.1996 . *Application of the needle optimization technique to the design of optical coatings,* Appl. Opt.,35(28): 5493–5508.
14. James D.Rancourt.1994. *Optical Thin Films IV: New Developments* ,SPIE,.2262 :25-27
15. Furman .S. and A. V. Tikhonravov.1992. *Basics of Optics of Multilayer Systems,* Gifsur-Yvette Cedex. Editions Frontieres, France
16.Paul W.Kruse ,Laurence D.Meglauchlin ,Richmond B.Mequistan.1961.*Elements Infrared Technology :Generation ,Transmission ,and Detection*,John Wiley &Sons ,INC.,New York .London.
17. Asghar .M.H., Khan1. M.B. and Naseem .S. 2003. *Modeling high performance multilayer antireflection coatings for visible and infrared (3.5mm) substrates,* Semiconductor Phys, Quantum Elec. & Optoelectronics. 6(4): 508-513.

Needle Technique as Optimal Method for Optimal Design antireflection in IR (3.5 µm) region

*Alaa Nazar Abed Al-Gaffer ** *Hayfa Ghazi Rashid***
*Harakat Mohsin Roomy**

*Physics Department, College of Science for Women, Baghdad University, Baghdad, Iraq
**Physics Department, College of Education, Al-Mustansiriyah University, Baghdad, Iraq

Abstract:

In this paper have been overcome the difficulties regarding designing multi-layers anti-reflection coatings (ARCs) and achievement optimal designing for IR (3-5um) region by adopting needle technique as optimal method . Here intend to investigate solutions for many practical problems. This work appears designed (ARC) that have good performance with reduction the number of layers, which can enable one to controlling the errors effect of the thickness layers on the final product.

Results shows that choosing optimal **Merit Function** Besides, most of results referred to the suggested designs which are very effective, in building the anti-reflection coating filters and gives big potential to reach complex optical coating match the optimization characteristics of the optical performance with less number of materials with less thickness.

Results shows that the construction of multilayer antireflection coating using in this approach can be designed with most complicated performance, and it is difficult designing in other approach .Also this work appears needle method able to control of problem material coating selection