

## تصميم عواكس متعددة الحزم باستخدام مفهوم الكومة

هيفاء غازي رشيد

تاريخ قبول النشر ٢١/٨/٢٠٠٤

## الخلاصة

صممت مرآيا مزدوجة وثلاثية الحزمة باعتماد مفهوم الكومة ، حيث تم تغيير سمك الطبقتين ضمن الدورية الأساس للكومة ونسب مختلفة (p:q) إضافة إلى تغيير معامل انكسار المواد ضمن الدورية الأساس وتأثيرها على مواقع ظهور قمم الانعكاسية العالية. شملت الدراسة المنطقة الطيفية المرئية وتحت الحمراء بالاعتماد على نظرية المصفوفة المميزة المعدلة ولسقوط للضوء قريب من العمودي على ترتيب متعدد الطبقات لمواد عازلة وبشكل اغشية رقيقة متجانسة ومتماثلة الخواص. أوضحت النتائج، ان اعتماد مفهوم الكومة يمكننا من التحكم بمواقع قمم الانعكاسية العالية وتوسيع عرض حزمها والتي هي الأساس في تصميم المرآيا المزدوجة و ثلاثية الحزمة إضافة لكونها حجر الأساس لمرشحات بصرية أخرى.

## المقدمة

$d_{II}$  و  $d_I$  السمك الهندسي للطبقتين L و II على التوالي. يحدد هذا التصميم موقع قمة الانعكاسية العالية عند طول موجة التصميم ، اي، ما يعرف بـ " الانعكاسية الأساسية " [5] (Fundamental reflectance)

تعد الدراسة المقدمة من قبل الباحثين (Baumeister & Turner) [6] ولحد الان من الدراسات الأكثر أهمية وشمولية ، حيث اقترحا استخدام الكومة ( 2:1 ) من خلال التغيير في سمك المواد المرسبة ضمن الترتيب الدوري مما أدى الى ظهور رتبة الانعكاسية العالية الاولى والثانية (First-and second-order high reflectance bands) عند الاعداد الموجية النسبية.  $(g = \lambda_0/\lambda_c = 2/3, 4/3)$  واختفائها عند طول موجة التصميم  $g=1.0$  . ان هذا الترتيب استخدم في التحكم في عرض حزمة الانعكاسية العالية دون الإشارة الى استخدامها في تصميم المرآيا المزدوجة والثلاثية واعتمدت دراسته على نظريتي المصفوفة المميزة (Characteristic matrix theory) [5] ونظرية الطبقة المكافئة [7.8].

درست الباحثة (Rashid) [9] تأثير السمك البصري للطبقات ضمن الترتيب الدوري للكومة ونسب مختلفة (p:q) معتمدة على نظرية

اكتسبت المرآيا ذات الانعكاسية العالية والمصنعة باستخدام تقنية الاغشية الرقيقة اهميتها من خلال التطبيقات الواسعة لها في الاجهزة البصرية وتحديدًا في مرئاة الليزر ( Resonator ) [1-3] ( التي تتطلب ان تكون ظاهرتي الامتصاص والاستطارة واطنيتين) وتتكون عادة من مرأتين احدهما ذات انعكاسية عالية والاخرى لها نفاذية معينة لطول موجة الليزر. ونظرا للامتصاصية العالية للفلات فقد استعيض عنها بمواد عازلة ( Dielectric materials ) [2-5] والتي يمكن التحكم بكمية الانعكاسية العالية وعرض حزمة الانعكاس وذلك بالاختيار الامثل لمواد الطلاء وسمكها البصري وعدد الطبقات المرسبة. تعتمد اغلب تصاميم المرآيا ذات الانعكاسية العالية على مفهوم الكومة المكونة من ترتيب دوري يتناوب فيها معاملي الانكسار العالي  $n_{II}$  و الواطي  $n_I$  وبسمك بصري ربع طول موجة  $n_{II}d_{II} = n_I d_I = \lambda_0/4$  ، وللتصميم [4-6]:

Air [HL]<sup>S</sup> Substrate

S - تشير الى رتبة الدورية الأساس ( Order of periodicity ) ، [HL] الفترة الأساس (Basic Period) .  $\lambda_0$  طول موجة التصميم ،

$$\sum n_i d_i = g \frac{\lambda_0}{2}$$

اذ تمثل  $g'$  عددا صحيحا وهو رتبة حزمة الانعكاسية العالية. فاذا كان طول موجة التصميم لمنطقة الانعكاسية الاساسية هو  $\lambda_0$ ، فان مناطق الانعكاسية العالية الاخرى تحدث عند جميع الاطوال الموجية التي تمتلك طبقاتها سمكا بصريا مقداره عدد فرديا لربع طول الموجة ومضاعفاتها الفردية، أي،

$$\lambda_0/4, 3\lambda_0/4, 5\lambda_0/4, \dots$$

حيث ان العدد الموجي النسبي  $g$  يحدد بالقيم

$$g = \lambda_0 / \lambda = 1, 3, 5, 7$$

اما الاطوال الموجية التي تمتلك طبقاتها سمكا بصريا مكافئا لعدد زوجي لربع طول الموجة ومضاعفاتها التي تكون مساوية لعدد صحيح لنصف الطول الموجي، أي:

$$\lambda_0/2, \lambda_0, 3\lambda_0/2, \dots$$

حيث ان  $g=2, 4, 6, 8$

ففي هذه الحالة تسمى الطبقة بالطبقة الغائبة

( Absentee layer ) والانعكاسية عندئذ تكون انعكاسية الاساس دون طلاء [9] ويلخص الجدول ( 1 ) المقارنة مع الدراسات السابقة للزجاج والدراسة الحالية للجرمانيوم والموضحة بالشكلين ( 1 و 2 ) . الملاحظ من الاشكال ، ان سلوك الانعكاسية على مدى واسع لقيم  $g$  للمنطقتين المرئية وتحت الحمراء يكاد يكون سلوكا عاما حيث ظهرت قيم الانعكاسية العالية عند  $g=1, 3, 5$  وهي بذلك تصلح كتصاميم لمرايا ثلاثية الحزمة ، كذلك ظهور مناطق انعكاسية واطنة عند قيم  $g=2, 4, 6$  والتي تصلح بدورها لان تكون مرشحات امرار حزمة عريضة بعد ان يتم ازالة قسمها الثانوية . يعزى الاختلاف في الاداء البصري للزجاج والجرمانيوم الى ان الجرمانيوم ذو معامل انكسار عالى مقارنة بالزجاج.

كومة ( 2:1 )

عندما يكون السمك البصري للدورية الاساس محددًا بالمعادلة:

$$2n_L d_L + n_H d_H = \lambda_0$$

فان التصميم يكون

Air [H'L'L']<sup>4</sup> Substrate

اذ تظهر قيم الانعكاسية العالية عند  $g=1.0, 2.0$  اما عند  $g=3.0$  فان الطبقات تنصرف تنصرف الطبقة الغائبة ، كما في الشكلين ( 3 و 4 ) وتمثل هذه الكومة اساس عمل المرايا المزدوجة

المصنوفة المميزة المعدلة [١٠] دون الاشارة الى تصاميم المرايا المزدوجة والثلاثية وشملت الدراسة المنطقة الطيفية المرئية وتحت الحمراء القريبة . وصف الباحثان Lilil Dobrowolski & [10,11] طريقة تصميم طلاء بصري يعمل لمنطقتين او ثلاث مناطق ممتدة ومنفصلة

(Two or more widely separated regions) حيث اعتمدت الطريقة على مفهوم الطبقات المنظمة ( Buffer layers ) ووضحوا تحديات هذه الطريقة وتأثيرها على الاداء البصري . الملاحظ في هذه الدراسة ، ان ما وصف في هذه الطريقة يعود الى تصميم نوعين مختلفين من المرشحات ، مثلا ، مرايا ذات انعكاسية عالية في المنطقة المرئية وطلاء مضاد للانعكاس في المنطقة تحت الحمراء في ان واحد . ونظرا للحاجة المتزايدة الى تصميم وتصنيع مرايا ذات انعكاسية عالية مزدوجة الحزمة [12] تعمل عند طولين موجيين او اكثر في ان واحد ، فقد ادرجت الشركات مخططات الانعكاسية عند طولي موجتي 350 nm و 1600 nm [13] دون ذكر تفاصيل التصميم والتصنيع . تهدف الدراسة الحالية الى تصميم مرايا مزدوجة وثلاثية الحزمة تعتمد على الطريقة المستخدمة سابقا [9] لتشمل المنطقة المليغية تحت الحمراء وتحديدًا عند طول موجي الليزر  $\lambda_0 = 10.6 \mu\text{m}$

تأثير تغير سمك الطبقات ضمن الدورية الاساس على طيف الانعكاسية

تناولت الدراسة تغير سمك الطبقات ضمن الدورية الاساس للكومة حيث اقتصر على تغير النسب : 1:1 , 2:1 , 3:1 (p:q) للتصميم :

Air [H'L']<sup>4</sup> Substrate

اختير الزجاج الاعتيادي والجرمانيوم كمادتي اساس (معامل انكسارهما 1.52 و 4.0 عند الطول الموجي 550nm و 10.6  $\mu\text{m}$  على التوالي) انعكاسيتهما ( بدون طلاء ) 4.0% و 36.0% وعلى التوالي.

كومة ( 1:1 )

ان الشرط الضروري للحصول على الانعكاسية العظمى (  $R_{\text{max}}$  ) في مناطق غير  $g=1.0$  هو [4]: