تصنيع المركزات الهولوكرامية لاستخدامها في زيادة كفاءة الخلية الشمسية

عدنان صالح العيثاوي* علي هادي الحمداني**
ولدان محمد عواد

تاريخ قبول النشر ٢٠٠٥/٧/٣

الخلاصة.

طريقة جديدة لأنظمة المركزات تم توضيحها والتي تسمح بتركيز عالي وتحليل تلقائي للأطوال الموجيه للطيف ,هذا النظام المحلل للطيف والمركز مبني على هولوكرام نافذ يعطي اقل امتصاصية مع كفاءة حيود عالية عند الطول الموجي (٩٠٠ نانومتر) والذي يكون مفيد للخلايا الشمسية .

خصائص الفحص الطيفي تتفق مع متطلبات تطبيقات الخلايا الشمسية وهذه الخصائص الطيفية درست باستخدام عدة متغيرات تصنيعية مثل سمك الفلم وزاوية دوران الفلم وتأثيرهما على كفاءة الحيود, وقد بينت النتائج التي تم الحصول عليها إن المتغيرات اللازمة لتصنيع افضل هولوكرام هي سمك (٠,٤٥mm) وزاوية دوران (٥١°) .

لقد ازدادت كفاءة الخلية الشمسية من (٥,٧%) إلى(٦,٥%) أما القدرة العظمى (Pm) فقد ازدادت من(0.0456) إلى (0.052) باستخدام المركزات الهولوكرامية المصنعة وفق المتغيرات أعلاه .

المقدمة.

تعتبر الطاقة الشمسية من مصادر الطاقة الأساسية التي وجه لها العلماء اهتمام كبير وهذا يتضح من ملاحظة مراحل تطور الخلايا الشمسية , فلقد استمرت الجهود لتحسين أداء الخلايا الشمسية من خلال تقليل كلفتها وزيادة كفاءتها وذلك باستخدام عدة طرق منها:

١- التغير في طريقة تصنيع الخلايا الشمسية أو المواد المستخدمة حيث هناك تقنيات كثيرة في هذا المجال منها طلاء سطح الخلية بمادة تزيد من امتصاص الفوتونات أو التحكم بنسب الشوائب للمادة شبه الموصلة وغيرها .

٢-استخدام مرايا وعدسات خارجية تؤدي إلى زيادة الكفاءة حيث إنها تعمل على تركيز ضوء الشمس إلا أن هذه المرايا والعدسات غالبا ما تكون غالية الثمن أو تحتاج إلى تقنيات وأجهزة متطورة لأجل تتبع حركه الشمس اليومية.

٣-استخدام المركزات الشمسية الوميضيه : وهي عبارة عن صبغات متفلوره يتم وضعها على سطح الخلية الشمسية تعمل على أزاحه الطيف الشمسي إلى مناطق اكثر فائدة لاستجابة الخلية الشمسية وزيادة تقبل الخلية للإلكترونات وتقليل انعكاسها .

٤-المركزات الهولوكرامية : إن أهم ميزة لهذه المركزات هي عدم احتوائها على أجزاء متحركة وقدرتها على متابعة حركه الشمس اليومية وكذلك زيادة تركيز الأشعة بصوره كبيرة على مساحة صغيرة من الخلية الشمسية وهذا يعني أن المركزات الهولوكراميه تزيد من الكفاءة وبنفس الوقت تقلل الكلفة , نظرا لهذه المميزات الفريدة تم في هذا البحث توضيح أهم مراحل عمل الهولوكرام واستخدامه في تحسين أداء الخلايا الشمسية مع مناقشه النتائج التي تم التوصل إليها.

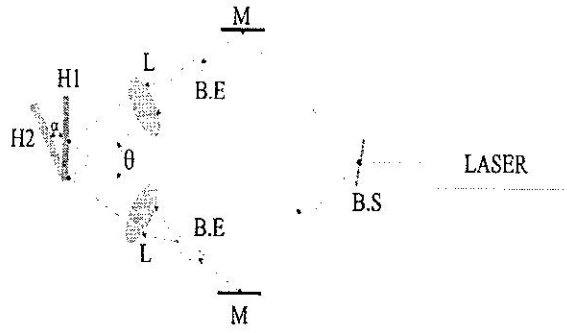
الجانب العملي .

١ – عمليه تصنيع الهولوكرام :

بعد تصنيع الفلم الحساس مختبريا ولأسماك مختلفة حسب الطريقة المنشورة في [1], تم استخدام الطريقة اللامحورية (Off – axis) لتعريض الفلم الحساس لأشعة الليزر كما يبين الشكل رقم (1). فبعد تجزئه شعاع الليزر إلى قسمين وتمر برهما خلال عدد من العناصر البصرية للحصول على موجات مستوية تتداخل على سطح الفلم الحساس بزاوية تداخل معينة (0) وتستمر عمليه التعريض لمدة (15) دقيقة , وبعدها يتم تغير زاوية سقوط الأشعة المتداخلة على سطح الفلم وذلك بتدوير الفلم بزاوية مقدارها (α) في الظلام ويعرض الفلم لمدة 15 دقيقة أخرى.

* باحث علمي اقدم /الجامعة التكنلوجية /قسم الليزر والبصريات الالكترونية.
** استاذ/ جامعة بغداد /كليه العلوم للبنات/ قسم الفيزياء

تسمى هذه العملية عملية التعريض المزدوج ، وتمتاز هذه العملية بإمكانية تصنيع عدة عناصر بصرية على فلم واحد.



شكل رقم (١) يوضح مخطط لعملية التعريض

حيث أن :

B.S: مجزأ حزمة

B.E: موسع حزمة

M_1, M2: مرآتان

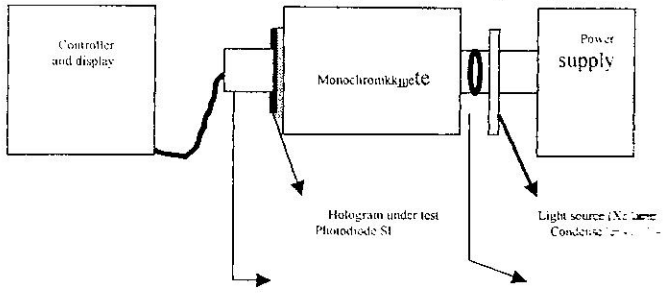
L_1, L_2: عدستان

H_2, H_1: الموقع الأول والثاني للهولوكرام

المرحلة ألا خيره لتصنيع الهولوكرام هي عمليه التحميض وذلك لتضخيم وتثبيت التغيرات التي حدثت أثناء عمليه التعريض وتتم بوضع الفلم تحت ماء جار لبضع دقائق ثم تغطيسه في بعض أنواع الكحول [2].

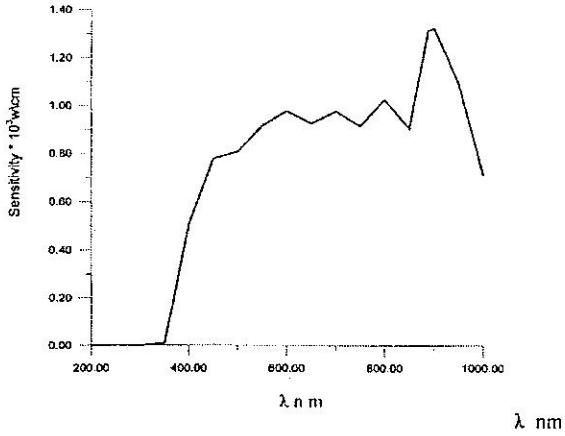
٢- عملية الفحص و القياس :

تمت عملية فحص الهولوكرام المصنع بالطريقة أعلاه باستخدام المنظومة المبينة بالشكل(2) حيث تتكون من مصباح زينون المجهز من شركه (Applied photo physics) (مشابه لضوء الشمس) ومحلل ضوئي (monochrometer) يعمل على تحليل الضوء الأبيض إلى أطوال موجية مختلفة وكاشف سليكوني مجهز من شركه (contronic optical system LTD) يعمل على تحسس الأطوال الموجية الساقطة علية مرتبط مع مقياس(photometer) مود يل (210) لقياس القدرة الساقطة عليه بالواط .



شكل رقم (2)يوضح منظومة القياس المستخدمة لفحص الهولوكرام

تم قياس استجابة الكاشف بدون وضع الهولوكرام المركز للضوء أعطى المنحني المبين بالشكل [3] وذلك بعد اخذ تأثير المحيط (beaground) بنظر الاعتبار.



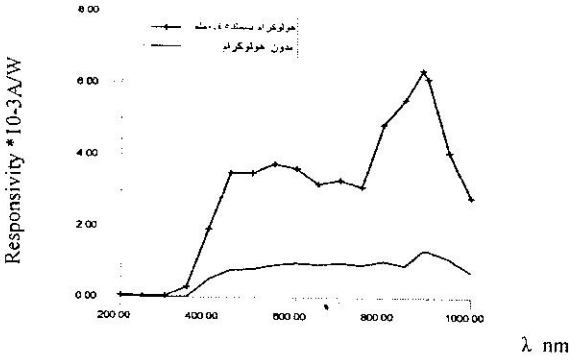
شكل رقم(٣) يوضح مدى استجابة الكاشف للأطوال الموجيه بدون الهولوكرام

والذي يستعمل للمقارنة لاحقا.

حيث يمتلك الكاشف أعلى استجابة في منطقة الأطوال الموجية الملائمة لعمل الخلايا الشمسية السلكونية (900nm) ولكنه في نفس الوقت له استجابة ملموسة في المنطقة (800-400 nm) من الطيف فعند وضع الهولوكرام قبل الكاشف بحيث تمر جميع الأشعة الخارجة من المحلل لتسقط على الهولوكرام والكاشف معا وثم قياس استجابة الكاشف لتوضيح تأثير الهولوكرام عليه.

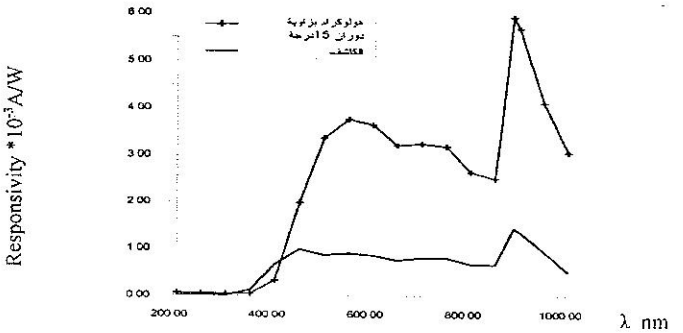
النتائج والمناقشة:

تم تصنيع هولوكرام من أفلام بأسماك (0.05,0.11,0.16,0.25,0.35,0.45,0.69 mm) وإجراء عملية الفحص والقياس لكل سمك وقد وجد أن افضل سمك لتصنيع المركز الهولوكرامي هو (٠,٤٥ mm) كما يوضح الشكل رقم(٤).



يوضح الشكل رقم (4) كيفية حدوث زيادة كبيرة في التركيز عند زيادة السمك

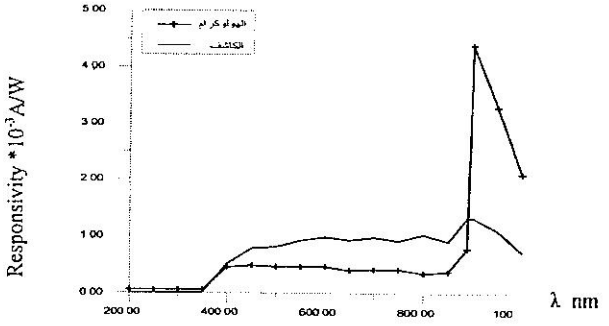
كما درس تاثير بزاوية دوران الفلم على كفاءة هذا المركز حيث تمت دراسة الزوايا (٥°،١٠°،١٥°،٢٠°،٢٥°،٣٠°) ووجد أنه كلما زادت زاوية دوران الفلم زادت قيمة كفاءة الحيود كما يوضحة الشكل (5) والذي يمثل افضل زاوية دوران مقدارها(١٥ °).



شكل رقم(٥) يوضح تأثير زاوية الدوران على الهولوكرام

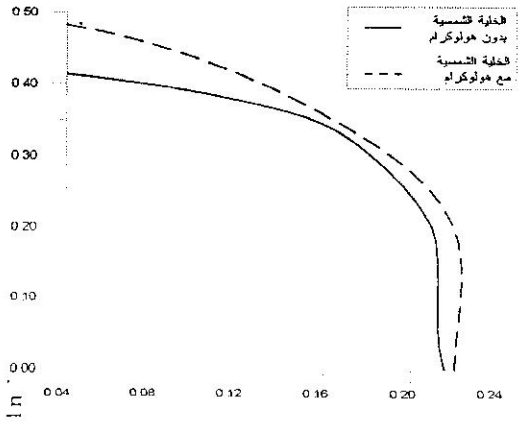
حيث بدأ الهولوكرام بتقليل نفوذ الأشعة غير الملائمة لعمل الخلية الشمسية، في حين قام بزيادة تركيز الأشعة الملائمة للخلية الشمسية التي تقع ضمن الأطوال الموجية (900-800 nm) تقريبا أي يعمل كمرشح ومركز في نفس الوقت.

ويبين الشكل (٧) أهم النتائج التي تم الحصول عليها عند استخدام أفلام بسمك (0.45mm) وزاوية دوران (15°) حيث أن منحني استجابة الكاشف في حالة وضع الهولوكرام يشير إلى أن الهولوكرام يمنع مرور الأشعة الضوئية الأقل من (800nm) والتي تكون ضاره وغير مفيدة للخلايا الشمسية[5] ، بينما يقوم بزيادة تركيز الأشعة الشمسية التي تقع ضمن الطول الموجي (900-950 nm) وهو الطول الموجي المناسب لاشتغال الخلايا الشمسية السليكونيه مما يزيد من كفاءه الخلية الشمسية.



شكل رقم (٦) كفاءة هولوكرام المصنع حسب الظروف التي تم التوصل إليها.

وعند استخدام هذا الهولوكرام لتركيز الأشعة الشمسية على الخلايا السليكونيه حيث حدثت زيادة في كفاءه أدائها شكل رقم (7) فقد ازدادت كفاءة الخلية الشمسية من (٥,٧%) إلى(٦,٥%) أما القدرة العظمى (Pm)فقد ازدادت من(0.0456) إلى (0.052) وهذا مما يشجع على تطوير هذا النوع من المركزات بزيادة مساحته وامكانية استعماله في مديات مختلفة من الأطوال الموجيه وحسب التطبيقات المطلوبة[6] .



شكل رقم (7) يوضح خصائص التيار – الفولتيه للخلايا الشمسية
قبل وبعد استخدام الهولوكرام.

4 - Shankoff .T.A, 1968 "Phase Hologram In Dichromated Gelatin", Applied optics,.7(10): 2110.

5- Quintana.J.A, Boy. P .G, 1998 "Diffraction Gratings In Dry Developed Dichromated Gelatin Films", thin solid films, .317: .343.

6- Chang. B.J.,Leonard.C.D, 1979 'Dichromated Gelatin For The Fabrication Of Holographic Optical Elements' applied optics,.18 (14) : 2407.

References

1- Owen .H, 1985 'Holographic Optical Elements In Dichromated Gelatin ', SPIE, 523:296 .

2- SOLEMAR .L and COOKE .B. J, 1981 'Volume Holography And Volume Grating 'New York, London.

3- BLOSS.W.H, 1985 'Dispersive Concentrating Systems Based On Transmission Phase Holograms For Solar Application ' applied Optics,. 21(.20),:.3739.

Increasing solar cell efficiency by manufacturing holographic concentrators

*Addnan,S.AL-Ethawi ** Ali ,H.AL-Hamadani

Wldan M.Awad

*** Energy research center, Iraq, Baghdad, jadriya.**

**** Physics department, college of science for women, university of Baghdad**

Abstract:

A new type of concentrating system is presented which allows high Concentration and simultaneous splitting of spectral wavelength, this dispersive and concentrating system is based on transmission hologram, which exhibit minimum absorption and high diffraction efficiency at (900 nm) wavelength that is useful for solar cell.

The spectral imaging properties can be optimized with respect to the requirements of solar application. These spectral properties were studied by using different manufacturing Parameters such are hologram thickness and the angle of film rotation , the results shows that the optimum parameters for manufacturing the best hologram are thickness (0.45mm) and angle of film rotation (15°).

The efficiency of the solar cell (η) is increased from (5.7%) to (6.5%) and maximum power (P_m) is increased from (0.0456) to (0.052) by using the holographic concentrator manufacturing by using the optimum manufacturing Parameters.