

تأثير التشويب بأوكسيد الزنك على التوصيلية الكهربائية لأغشية أو كسيد الكادميوم

Influence of Zinc Oxide on the electrical Conductivity of Cadmium Oxide thin films

خضير عباس مشجل
قسم الفيزياء- كلية التربية الجامعة المستنصرية

صبيح جاسم كاطع
قسم الفيزياء- كلية التربية الجامعة المستنصرية

حيدر غازي لازم
قسم العلوم- كلية التربية الأساسية

(الخلاصة)

تم في هذا البحث دراسة التوصيلية الكهربائية لأغشية أو كسيد الكادميوم (CdO) المحضرة على قواعد ساخنة من الزجاج وبدرجة حرارة (773k°) وذلك باستخدام طريقة الرش الكيميائي الحراري وبين البحث تأثير إضافة أو كسيد الزنك كشائبة لأو كسيد الكادميوم وبنسب وزنيه مختلفة (1%, 3%, 5%, 7%) في التوصيلية الكهربائية ، وجد أن التشويب بأوكسيد الزنك أدى إلى انخفاض التوصيلية.

Abstract

The electrical conductivity of Cadmium Oxide thin film have been studied. Thin film were prepared by chemical spray pyrolysis deposition method on glass substrates which were heated to (773k°). This research consists the effect of zinc as dopants for (CdO) in weight percentages (1%, 3%, 5% and 7%) on the electrical conductivity. It has been found that the conductivity of cadmium oxide decreased as the dopant increased.

المقدمة

فيزياء الأغشية الرقيقة من الفروع المهمة ليفيزياء الحالة الصلبة والذي تبلور عنها وأصبح فرعاً قائماً بحد ذاته، وهذا الفرع يتعامل مع نبائط دقيقة (Micro Devices) تتصف جميعها بأنها ذات سمك صغير جداً يقل عن $(1\mu\text{m})$. [1]

أن أو أكسيد الكاديوم مادة ذات لون بني غامق تمتلك تركيب مكعب الشكل، متمركز الأوجه (FCC) يشبه التركيب البلوري لكلور يد الصوديوم (NaCl) [2,3] ويمكن الحصول على أكسيد الكاديوم بالتسخين الشديد لعنصر الكاديوم ويعد أكسيد الكاديوم شبه موصل من النوع السالب (N-type)، ذو توصيليه عالية، ناتجة من وجود ذرات الكاديوم في مواقع تعويضية أو بسبب فراغات الأوكسجين Oxygen (Vacancies) [4].

ونظراً لما يتمتع به أكسيد الكاديوم من خصائص فيزيائية مختلفة كالشفافية وامتلاكه لمعامل امتصاص عالٍ وفجوة طاقه كبيره نسبياً تتراوح بين $(2.2-2.7)\text{eV}$ [5] فأنة يستخدم في كثير من التطبيقات البصرية والألكترونية. ففي مجال الخلايا الشمسية (Solar Cells) أستعمل أولاً كطبقات نافذة في مفارق الخلايا الشمسية وثانياً في تصنيع الخلايا نفسها مثال ذلك خلية (CdO/CdTe) التي تصل كفاءتها إلى (7%) وكبديل لنجاح عن مادة (CdS) في منظومة $(\text{SnO}_2/\text{CdS}/\text{CdTe})$ [6,7]. ويهدف البحث الحالي دراسة تأثير التشويب بأوكسيد الزنك على التوصيليه الكهربائيه لأغشية أو أكسيد الكاديوم (CdO) الرقيقة والمحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري.

الجزء العملي :-

تم تحضير أغشية (CdO) النقية من إذابة نترات الكاديوم المائية $(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$ بالماء المقطر وبتركيز (0.1M) وكذلك تم تحضير غشاء أو أكسيد الكاديوم المشوب بأوكسيد الزنك من خلال إضافة مادة نترات الزنك المائية $(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ وبنسب وزنيه $(7\%, 5\%, 3\%, 1\%)$ إلى نسب وزنيه من مادة نترات الكاديوم المائية وبتركيز (0.1M) بعد أذابتها في (100ml) من الماء المقطر، ومن ثم يمزج الخليط مزجاً جيداً باستخدام خلاط مغناطيسي لحين الحصول على سائل رائق خالي من العوالق [8]، ويتم رش هذا المحلول على قواعد زجاجية منظفه جيداً بالماء المقطر ومحلول (HCl) المخفف والمحلول، وتم عملية الرش على دفعات لتجنب الانخفاض الكبير بدرجات الحرارة أثناء عملية الرش حيث تكون عملية الرش لمدة (15sec)

وبعد توقف لمدة (3min) وبمعدل رش (4.5 ml /min) ومسافة (30cm) بين فتحة جهاز الرش والقواعد الزجاجية [9]، وأن تفاصيل عملية الرش وردت في بحوث سابقه [10,11] .

والشكل (1) يمثل مخطط توضيحي لمنظومة الرش الكيميائي الحراري بعد الانتهاء من عملية الرش تترك العينات لفترة قليلة لاتمام عملية الإنماء البلوري ثم تترك لتبرد، وبعد ذلك يتم انتقاء العينات الأكثر تجانسا" وذلك من خلال فحصها بالمجهر الضوئي نوع (M20) مجهز من قبل شركة (PHYWE). أشتملت القياسات البصرية على قياس الامتصاصية (A) (Absorance) والنفاذية (T) (Transmittance) لأغشية أو كسيد الكاديوم النقية والمشوبة لمدى الأطوال الوجيه (380-900) nm الشكل (2) يمثل علاقة الامتصاصية كداله للطول الموجي للأغشية المحضرة، وقد تم في هذا البحث استخدام مطياف نوع (Py-8800) (UV/VIS/Spectro photo meter) ذو الحزمتين وقد سجلت جميع القياسات في درجة حرارة الغرفة.

النتائج والمناقشة :-

عندما تسقط حزمة ضوئية على الغشاء الرقيق فإن جزءا" منها سينفذ وجزءا" ينعكس والجزء الأخير سوف يمتص من مادة الغشاء وكمية كل من الطاقة أنافذه والمنعكسة والممتصة تعتمد على طبيعة مادة وسطح الغشاء الرقيق والطول الموجي للحزمه الضوئية الساقطه وأن الانعكاسية (R) تعرف بأنها النسبة بين شدة الشعاع المنعكس إلى شدة الشعاع الساقط وقد تم حسابها من طيفي الامتصاصية والنفاذية وذلك بموجب قانون حفظ الطاقة [1] .

$$R=1-T-A \quad \dots \dots \dots (1)$$

وقد وصف لامبرت (Lambert) في قانونه الخاص بامتصاص ألا شعاع [8] العلاقة بين شدة الضوء الساقط (Io) وشدة الضوء النافذ بالصيغة التالية

$$I=Io \exp(-\alpha t) \quad \dots \dots \dots (2)$$

حيث :-

t : سمك الغشاء

α : معامل الامتصاص

وبعد إجراء التبسيطات الرياضية نحصل على :-

$$\alpha t = 2.303 \log(Io/I) \quad \dots \dots \dots (3)$$

وبما ان $\log(Io/I)$ يمثل امتصاصية مادة الغشاء (A) فإن :-

$$\alpha = 2.303 \log(A/t) \quad \dots \dots \dots (4)$$

نلاحظ من الشكل (3) تغير الامتصاصية مع طاقة الفوتون لغشاء أو أكسيد الكاديوم المشوب وغير المشوب إذ نلاحظ بشكل عام ان الامتصاصية تزداد بزيادة طاقة الفوتون وان نسبة التشويب ادة الى تقليل الامتصاصية والى انحراف حافة الامتصاص نحو الطاقات الفوتونية العالية ولاسيما عندما تزداد نسبة التشويب، ويمكن أن يعزى سبب ذلك الى نسبة المستويات الموضعية المتولدة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل والناجمة من دخول الزنك كشوائب في أغشية وكسيد الكاديوم، وكذلك أن التشويب تسبب في توليد مستويات قابلة داخل فجوة الطاقة الممنوعة وقريبة من حزمة التكافؤ وهذا سبب في تقليل احتمالية امتصاص الفوتونات ذات الطاقات العالية.

أن الإلكترونات والفجوات في أشباه الموصلات تعد حاملات للشحنة وذلك لانها مسؤولة عن نقل التيار الكهربائي داخل المادة وأن كثافة هذه الحاملات تعد صفة مهمة من صفات شبه الموصل لانها تحدد قابلية توصيل المادة الكهربائي، ومن أجل حساب قيم التوصيليه الكهربائي لا بد من استخدام بعض العلاقات المبينة في أدناه والتي من خلالها يمكننا حساب قيم كل من (no) والذي يمثل الجزء الحقيقي من معامل الانكسار المعقد (N) وكذلك (Ko) والذي يمثل الجزء الخيالي من معامل الانكسار المعقد حيث أن [8].

$$N = no - iK_0 \dots \dots \dots (5)$$

$$K_0 = \alpha \lambda / 4\pi \dots \dots \dots (6)$$

حيث: λ الطول الموجي

$$no = [(1+R/1-R)^2 - (K^2_0 + 1)]^{1/2} + (1+R/1-R) \dots \dots \dots (7)$$

وبما أن العلاقة بين ثابت العزل الكهربائي (E) ومعامل الانكسار بصيغتها العقدية هو:-

$$E = E_1 - i E_2 = N^2$$

حيث:-

E_1 : يمثل الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي.

E_2 : يمثل الجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي.

فأن:

$$E_2 = 2K_0 n_0 \dots \dots \dots (8)$$

وبالتالي يمكننا حساب قيم التوصيلية الكهربائي باستخدام العلاقة التالية:

$$v = E_2 \omega E_0$$

حيث:-

E0 : معامل سماحية الوسط

 ω : التردد الزاوي

الشكل (4) يبين تغير التوصيلية الكهربائية كدالة لطاقة الفوتون لأغشية أكسيد الكاديوم غير المشوب، ويلاحظ أن التوصيلية تزداد بزيادة طاقة الفوتون تدريجياً ثم تزداد بسرعة عند الطاقات الفوتونية العالية. الأشكال من (5) إلى (8) توضح تأثير التشويب بأوكسيد الزنك على أغشية أكسيد الكاديوم، فنلاحظ أن التشويب أدى إلى تقليل التوصيلية وخاصة في نسب التشويب العالية، كذلك انحراف حافة الامتصاص نحو الطاقات الفوتونية العالية.

الاستنتاجات:-

- (١) أن التشويب بأوكسيد الزنك لم يؤثر كثيراً على قمة منحنيات كل من الامتصاصية والتوصيلية الكهربائية لغشاء أو أكسيد الكاديوم ولكنه أدى إلى تغير موقعها باتجاه الطاقات الفوتونية العالية، ونقصان قيم هذه الثوابت بعد هذه القمة.
- (٢) من خلال دراسة نتائج تغير التوصيلية الكهربائية بوصفها دالة لطاقة الفوتون لأغشية أو أكسيد الكاديوم غير المشوب، نلاحظ إن التوصيلية تزداد بزيادة طاقة الفوتون.
- (٣) أن التشويب بأوكسيد الزنك أدى إلى تناقص قيمة التوصيلية الكهربائية.

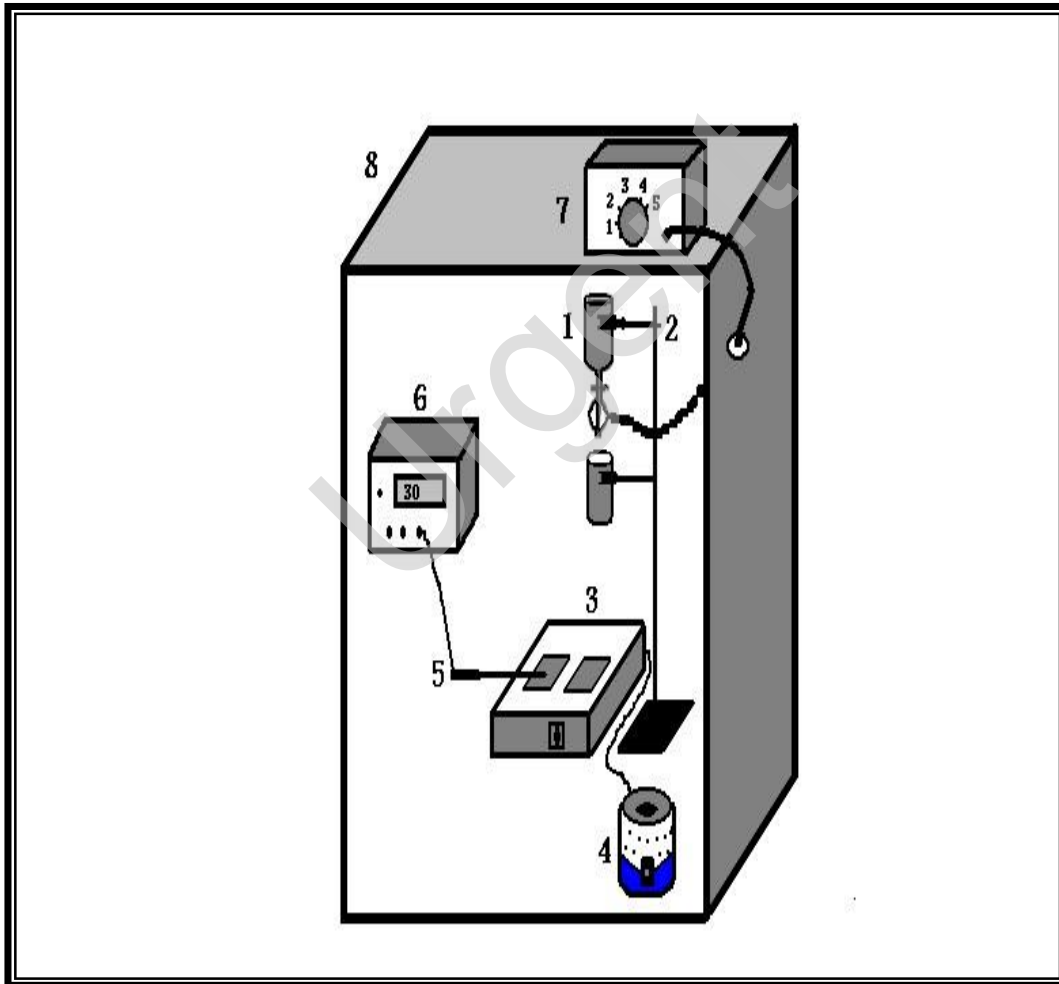
References

1. K.L,Chopra,Thin Films phenomena Mc Graw-Hill, NewYork, (1969).
- 2.A.B.M.A.Ashrafi, H.kumano, I.suemune, Y.W.OK, T.Seong, Journal Of Crystal Growth, 237,518,(2002).
3. Z.M.Jarzberki , Oxide Semiconductors , Pergamon Press London, (1973).
4. AM.Malov ,SA.Teryoshin and VO. Valdner, Technical physics Letters, 23, 805, (1997).
5. G.Santana and A.Morales-Acevedo ,Superficiesy,9,300,(1999).
6. OG. Daza, AAC. Readigos, J.Campos, MIS. Nair, Modern physics Letters, B15, 609, (2001).
7. KTR. Reddy, C. Stravani and RW. Miles, Journal of Growth, 185, 1031, (1998).
- 8.H.G,AL-Sabehaoy,Msc Thesis,AL-Mustansirtia University,(2003).

9. R. H. Mishand, Murad, W.A., Solar Energy and Solar Cells, vol. 27, P335-345, (1992).
10. A.M., Farha, Msc, Thesis, AL-Mustansirtia University, (2002).
11. A. A., Yousif, Msc, Thesis, AL-Mustansirtia University, (2001).
12. A. K. Abass, A.K. Hasen and R.H. Miso, J. Appl. Phys., 58, 1640, (1985).

شكل (١)

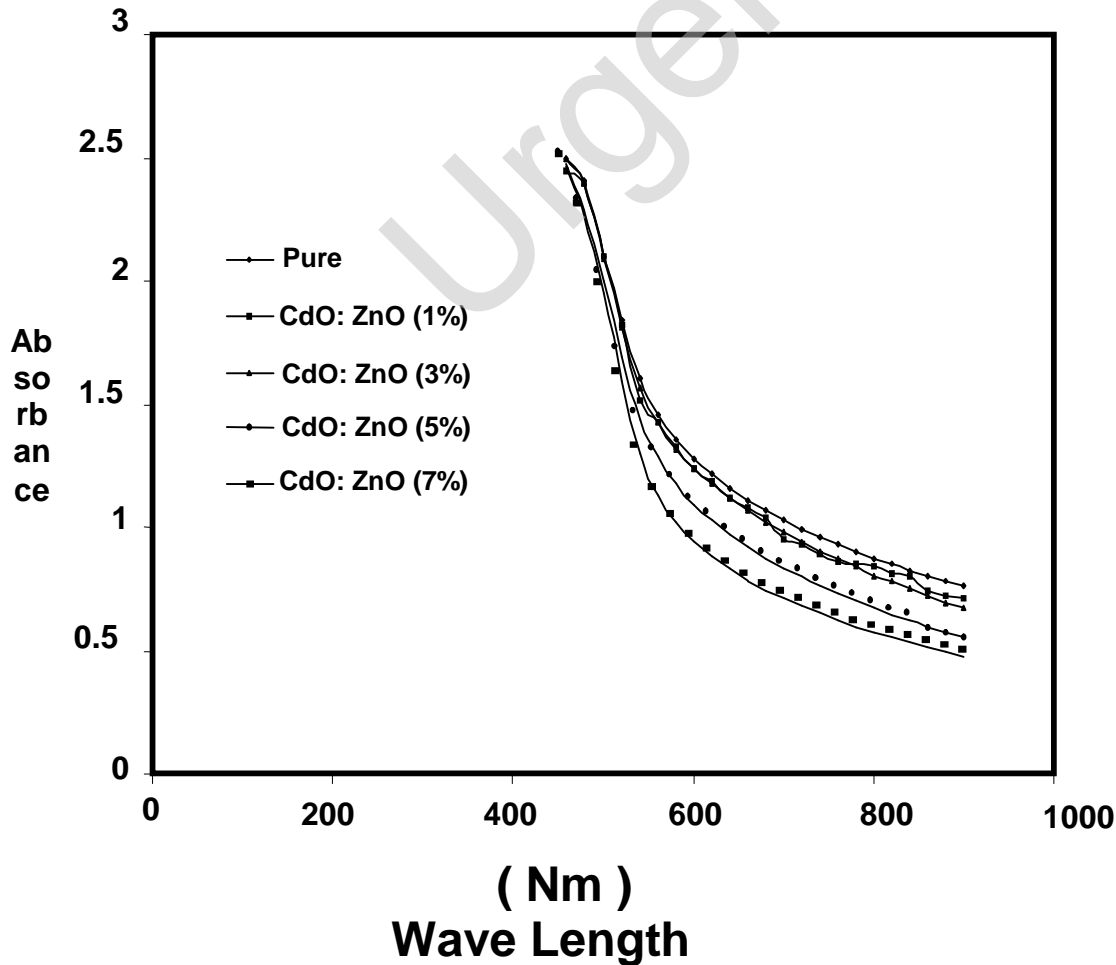
مخطط توضيحي لمنظومة الرش الكيميائية الحرارية



١. جهاز الرش ٢. حامل حديدي ٣. سخان كهربائي ٤. مجزء جهد
٥. مزدوج حراري ٦. عداد رقمي ٧. مضخة هواء ٨. غرفة التحضير

شكل (٢)

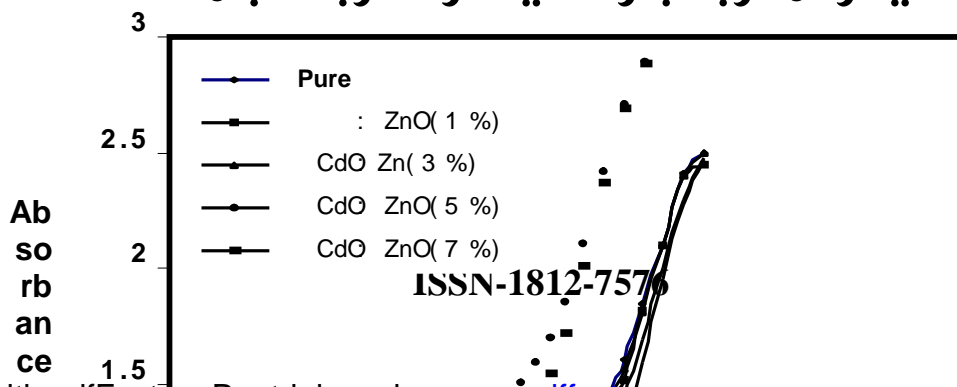
**تغير الأمتصاصية كدالة للطول الموجي لأغشية أكسيد الكاديوم
النقية والمشوبة بأوكسيد الزنك وبنسب مختلفة**

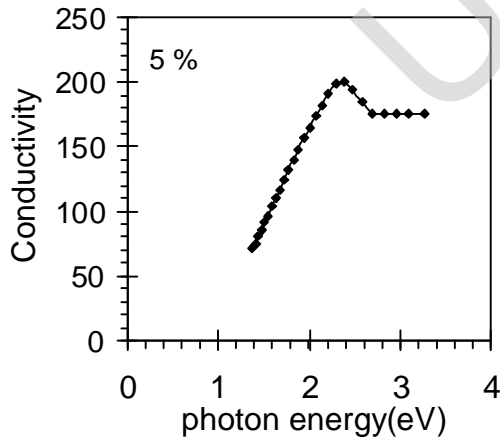


شكل (٣)

تغير الأمتصاصية كدالة لطاقة الفوتون لأغشية أكسيد الكاديوم

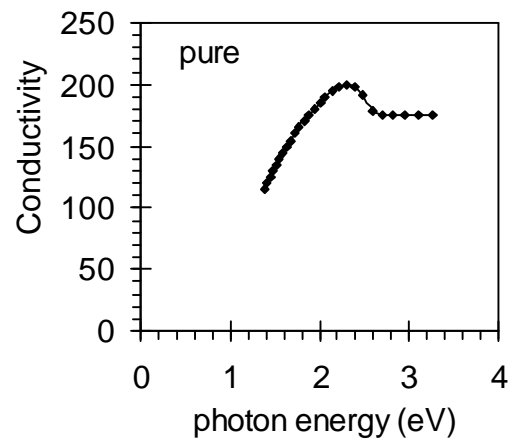
النقية والمشوبة بأوكسيد الزنك وبنسب مختلفة





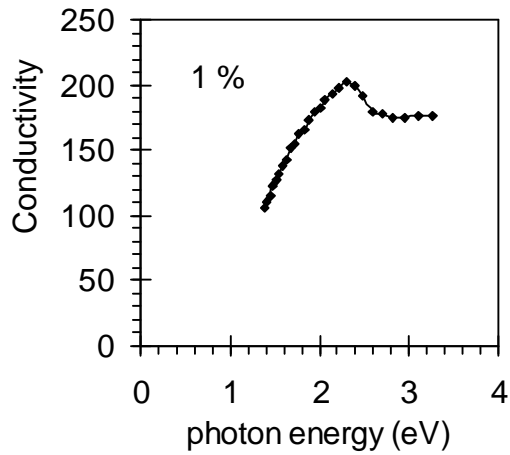
شكل (٥)

بعد التشويب بنسبة (1%) التشويب



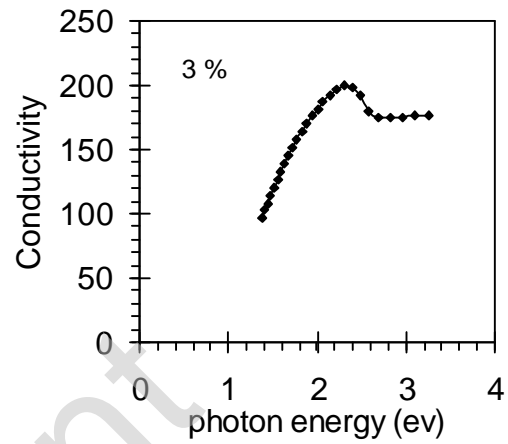
شكل (٤)

التوصيلية الكهربائية قبل



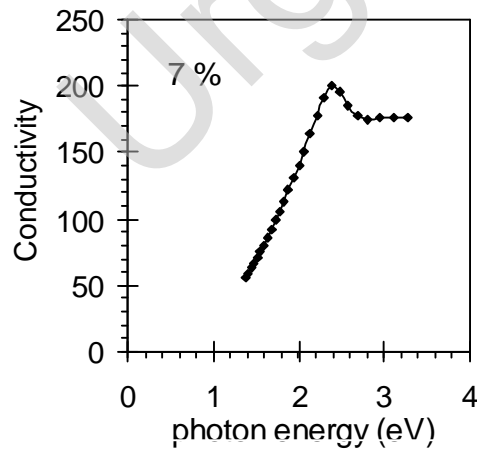
شكل (٧)

بعد التشويب بنسبة (5%)



شكل (٦)

بعد التشويب بنسبة (3%)



شكل (٨)

بعد التشويب بنسبة (7%)