



ISSN: 1608-9391
e-ISSN: 2664-2786

Received:4/8/2020
Accepted:20/9/2020

الخصائص التركيبية للأغشية المشوبة CdSe:Sn و CdSe:Cu والمحضرة بتقنية الحمام الكيميائي عند درجة حرارة 70°C

رحمة نذير ذنون *ليث محمد الطعان

قسم الفيزياء/ كلية العلوم/ جامعة الموصل

*E-mail: laith.altaan57@gmail.com

الملخص

في هذا البحث حضرت أغشية CdSe بطريقة الترسيب بالحمام الكيميائي CBD على أرضيات زجاجية، باستخدام المادة Na_2SeSO_3 كمصدر لأيونات السيلينيوم Se^{-2} والمادة CdCl_2 كمصدر لأيونات الكاديوم Cd^{+2} وبتركيز محلول 0.5M ودرجة حرارة ترسيب 70°C و pH=9 وزمن ترسيب 3 ساعات. وأجريت عملية التطعيم بعنصري القصدير Sn والنحاس Cu وبالنسب 1.5%، 1%، 0.5% أيضاً بطريقة CBD. ومن دراسة تأثير التطعيم على الخواص التركيبية باستخدام تقنية XRD قدر أن الأغشية المطعمة وكذلك النقية كانت متعددة التبلور وتمتلك تركيباً مكعبياً وتفضل النمو باتجاه المستوي (111) فضلاً عن المستويات (220) و(311). استخدمت تقنية المجهر الإلكتروني الماسح SEM للتعرف على طبيعة سطح أغشية CdSe وكذلك معدل الحجم البلوري للأغشية وكان (5.9nm) على المستوي السائد (111). وكما أظهرت صور هذه التقنية تكون عصابات دقيقة، وأشكال أخرى زهرية في الأغشية المشوبة بالنحاس عند درجة 70°C.

الكلمات الدالة: تطعيم الاغشية، أغشية CdSe الرقيقة، الخواص التركيبية، الحمام الكيميائي، CBD.

المقدمة

سيلينيد الكاديوم CdSe أحد مركبات أشباه الموصلات المعدنية المهمة التي تنتمي إلى المجموعة II-VI من الجدول الدوري، وتعد أهمية هذا المركب في مثل هذه التطبيقات إلى خصائصه الكهربائية والبصرية في المدى المرئي للضوء والتي سمحت له باستخدامه في التطبيقات الإلكترونية (Chaudhari *et al.*, 2016) والأجهزة الكهروضوئية المنتجة مثل الخلايا الشمسية (Chávez-Urbiola *et al.*, 2014) والكواشف الضوئية (Baha'a, 2018)، الترانزستورات (Calster *et al.*, 1988)، المتحسسات (González-Olmos *et al.*, 2015) و أشعة الليزر (Zakharov *et al.*, 1995).

يتبلور غشاء CdSe بثلاث اشكال رئيسة وهي: التركيب السداسي (hexagonal wurtzite)، المكعبي (sphalerite) والملح الصخري (rock salt) ولكن فقط التركيب السداسي والمكعبي يتواجدان تحت الضغط الجوي الاعتيادي. وعادة ما يتواجد التركيب المكعبي في طبقات رقيقة بينما الاجسام الكبيرة Bulk تمتلك تركيباً سداسياً (Zakharov *et al.*, 1995). يكون نمو أغشية CdSe بشكل تركيب مكعبي (Hone *et al.*, 2015) أو سداسي (Kariper, 2016) أو مختلط (متعدد التبلور) (Pawar *et al.*, 2013). ويصنف CdSe على أنه موصل كهربائي من نوع السالب n-type لكون أن الإلكترونات هي ناقلات الشحنة الغالبة في هذا المركب (Jamil *et al.*, 2018).

هناك طرق عديدة لتحضير أغشية رقيقة CdSe بتقنيات ترسيب مختلفة منها: الترسيب بالطلاء (Dip coating)، الترديد (Chate and Bhabad, 2016)، الترديد (Bedir *et al.*, 2015)، الترسيب الكهربائي (ED) (Olusola *et al.*, 2015)، المذيب الحراري (Zuala *et al.*, 2013) Solvo-thermal، التبخير الفراغي (Al-Fawadi *et al.*, 2009)، وغيرها كما في الترسيب بالحمام الكيميائي (Shah, *et al.*, 2017) CBD والتي تتميز بانها تقنية بسيطة، مريحة، لا تحتاج إلى تفريغ هوائي Vacuum ومنخفضة التكلفة لإنتاج أفلام رقيقة بمساحات كبيرة تمتاز بالاتصاق القوي بالقاعدة فضلاً عن سهولة التحكم بخواص المادة المراد ترسيبها من خلال ظروف ومتغيرات الترسيب. وتفضل طريقة CBD عن باقي التقنيات المكلفة وذات التقنيات المتطورة وتعد الانسب اقتصادياً (Chopra and Das, 1983).

ويوجد العديد من البحوث التي تعمل من أجل تحسين الخواص الفيزيائية لهذه الأغشية عن طريق التطعيم بالعناصر المختلفة منها الفضة (Kaur *et al.*, 2019) Ag، الانديوم In أو الخارصين (Rani *et al.*, 2015) Zn، القصدير (al., 2017)، الالمنيوم (Maki *et al.*, 2018) Sn، المنغنيز (Meladom *et al.*, 2018) Mn، الألمنيوم (Chate and Bhabad, 2016) Al، الأنتيمون Sb (Masumdar *et al.*, 2002)، الزنق (Bhuse, 2005) Hg والنحاس (Thannon and Altaan, 2020) Cu.

طريقة العمل

تم اعتماد تحضير أغشية CdSe بتقنية الحمام الكيميائي CBD (Chemical bath deposition) والتي نشرت من قبل (Thannon and Altaan, 2020) والتي تعتمد أساساً على التحلل البطيء لأيونات Cd^{2+} و Se^{-2} في المحلول الكيميائي ثم تتكاثف لتترسب تبعاً على ارضية تغمر داخل المحلول. ويعتمد معدل نمو الغشاء على درجة حرارة الترسيب، درجة حامضية المحلول PH، وتركيز الايونات. وبالسيطرة على هذه العوامل نحصل على السمك المطلوب للغشاء.

تحضير الأغشية:

1. في عملنا هذا تم ترسيب أغشية سيلينيد الكاديوم CdSe على ارضيات زجاجية ابعادها (7.5x1.2x0.1) cm والتي يتم تنظيفها أولاً بمسحوق الغسيل والماء وشطفها بالماء المقطر ثم غمرها بمحلول الكحول ethanol الساخن لمدة 15min ثم وضعها بالماء المقطر بعدها توضع في الاسيتون لعدة ثوان لتجف، بعدها يتم وزنها بواسطة ميزان حساس لتكون جاهزة للاستخدام.

2. يحتوي الحمام الكيميائي على محلول Na_2SeSO_3 المحضر مسبقاً من مزج مادة السيلينيوم Se مع مادة كبريتيت الصوديوم Na_2SO_3 في 10ml من الماء المقطر وتركيز 0.5M في منظومة reflux وتسخينها باستخدام hot plate stirrer لمدة ساعتين ثم ترشيح المحلول بورق الترشيح للحصول على محلول Na_2SeSO_3 الخالي من الشوائب.
3. يتم تحضير 10ml من محلول كلوريد الكاديوم CdCl_2 وتركيز 0.5M مع إضافة 1ml من الأمونيا NH_3 ويضع قطرات من ثلاثي إيثانول أمين TEA كعوامل مساعدة. ثم اضافته الى محلول Na_2SeSO_3 وإضافة الماء المقطر بحجم 80ml.
4. يتم خلط المحلول باستخدام الخلاط المغناطيسي magnetic stirrer لمدة خمس دقائق لزيادة التفاعل ليتم بعدها وضع الأرضيات داخل المحلول بشكل عمودي ويزاوية 10° وبدرجة حرارة 70°C ولمدة 3 ساعات لاستكمال الترسيب. وبعد الترسيب يتم رفع النماذج من الحمام الكيميائي وتركها لتجف في درجة حرارة الغرفة وتحت الضغط الجوي.
5. جرت عملية التطعيم بعنصري القصدير Sn والنحاس Cu ولنفس المحلول بإضافة كلوريد القصدير الثنائي SnCl_2 وكلوريد النحاس الثنائي CuCl_2 وبنسب مختلفة 0.5%, 1%, 1.5% وبطريقة CBD ايضاً.
6. تم حساب سمك الغشاء بالطريقة الوزنية gravimetric method حيث يتم تحديد سمك الغشاء من خلال وزن الأرضيات قبل وبعد الترسيب باستخدام ميزان حساس وحسب المعادلة: $t = m/\rho A$ ، حيث أن: t سمك الفيلم، m كتلة الغشاء، ρ كثافة غشاء CdSe وتساوي (5.816g/cm^3) ، A المساحة السطحية للغشاء.

القياسات

اجريت القياسات التركيبية باستخدام جهاز XRD للتعرف على التركيب البلوري للأغشية النقية والمطعمة من خلال مقارنتها مع البطاقة القياسية الخاصة بحيود الاشعة السينية JCPDS وكذلك دراسة طبيعة وتركيب سطح أغشية CdSe باستخدام تقنية SEM. ويمكن التعرف على التركيب البلوري لمادة ما من خلال دراسة نمط الحيود للأشعة السينية (XRD) لتلك المادة ويتم ذلك بتسليط حزمة أحادية الموجة (Mono chromatic) من الاشعة السينية على سطح الغشاء لتظهر قمم (peaks) عند زوايا معينة نتيجة لانعكاسات براك عن السطوح البلورية المتوازية وعليه يحدث تداخل بناء (constructive interference) لموجات الاشعة المنعكسة منها، والتي تحقق قانون براك (Braggs law)، (Kultty, 1978) والذي يعبر عنه بالعلاقة: $2d \sin\theta = n\lambda$

حيث: n عدد صحيح، d المسافة بين سطحين متتاليين لمستويات البلورات، λ الطول الموجي، θ زاوية الحيود
 اما الحجم البلوري D يتم حسابه بعلاقة Debye-Scherrer والتي ترتبط بطيف الاشعة السينية وتوصف بالمعادلة:
 $D = K\lambda / \beta \cos\theta$ ، K ثابت مقداره 0.9 لأغشية CdSe، β : عرض الخط عند منتصف أعلى قيمة للذروة وتسمى FWHM.

النتائج والمناقشة

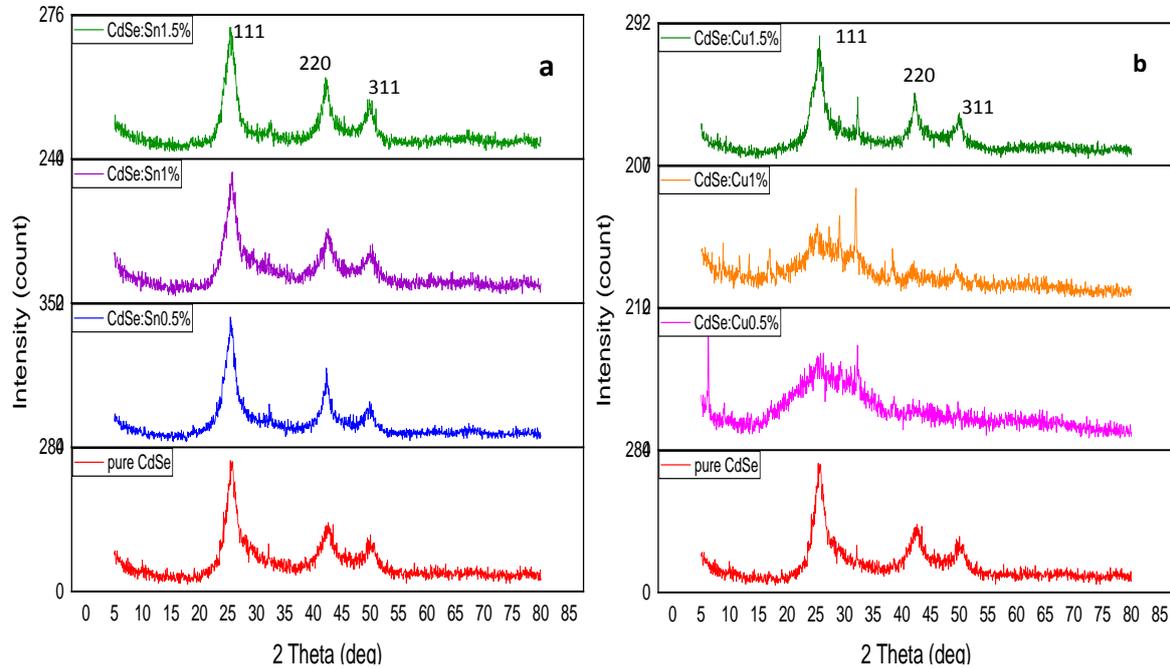
قياسات حيود الاشعة السينية (XRD) X-Ray Diffraction

استخدمت تقنية حيود الاشعة السينية (XRD) للتعرف على طبيعة البنية البلورية لأغشية CdSe والمرسبة على شرائح زجاجية عن طريق تحليل طيف حيود الاشعة السينية من الغشاء. ومن خلال فحص الأغشية النقية والمطعمة بجهاز XRD تبين ان أغشية CdSe النقية والمشوبة كانت متعددة التبلور وتمتلك تركيباً مكعبياً وتفضل النمو باتجاه المستوي (111) فضلاً عن المستويات (220) و(311)، وعند زوايا الحيود المقابلة لها 25.6° ، 42.5° و 50° على التوالي، ومطابقة للبطاقة القياسية المرقمة JCPDS 19-0191 وهذا يطابق ما جاء به (Thannon and Altaan, 2020).

الشكل (1) يظهر مخطط طيف الاشعة السينية للنماذج النقية والمشوبة والمرسبة عند درجة حرارة 70°C ويلاحظ تأثير نسب التشويب ويبدو ذلك واضحاً من قيمة الشدة النسبية لكل قمة [111]، [220] و [311] حيث تزداد الشدة مع نسب تشويب Sn0.5% ثم 1%. وعليه فان النمو البلوري يتأثر بكمية نسب التشويب ايضاً. ولكن تتخفف الشدة النسبية عن المسجلة عند نسبة

1.5%Sn، ويعزى هذا الانخفاض الى حدوث تبلور قد يصل للحدود النانوية في حالة التشويب Sn 1.5% وكذلك الامر مع 1.5%Cu و 1%Cu وهذا يتفق مع ما جاء في (Metin *et al.*, 2008)، (Deshpande *et al.*, 2013) و (Jamil *et al.*, 2018).

ولوحظ أنه عند التشويب بنسبة 0.5%Cu لم تظهر قمماً واضحة وقد يعني ذلك ان التبلور في هذه المستويات يكون ضعيفاً. كما ان عدم ظهور قمم حيود اخرى خارج هذا النطاق يؤشر ان تفاعل الاستبدال تم تحقيقه بنجاح في هذه الأغشية.



الشكل 1: مخطط طيف الاشعة السينية للنماذج النقية والمشوبة والمرسبة عند درجة حرارة 70°C

(a) النقية مع العنصر Sn (b) النقية مع العنصر Cu

كما تم الحصول على احدى الخواص المهمة من مخطط XRD وهي المسافات البينية d بين المستويات البلورية والتي تم حسابها باستخدام قانون براك ومقارنتها مع قيم d للبطاقة القياسية ووجدناها متطابقة تقريباً. اما معدل الحجم البلوري (D) للأغشية والمحسوب من قيمة β للمستوي السائد (111) فكان 5.9 nm ويتفق ذلك مع (Kaur and Tripathi, 2016). وكانت قيمة الحجم الحبيبي تقل مع زيادة التشويب بكلا العنصرين بسبب صغر نصف قطر ايون المادة المضافة مقارنة بنصف قطر ايونات الكاديوم، وهذا يعني انها شائبة استبدال substitution impurity. والذي يعني زيادة في زوايا الحيود وعرض القمم.

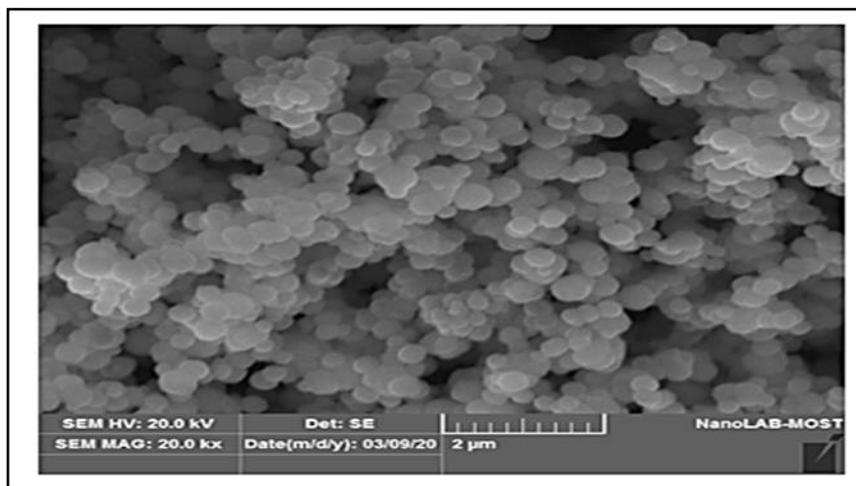
الجدول 1: بعض العوامل المتحصلة من نتائج XRD لأغشية CdSe النقية والمطعمة بعنصري القصدير والنحاس والمرسبة عند درجة حرارة 70°C

| Doping conc. | Peaks no. | 2θ | Observed intensity | Standard intensity | Observed | Standard | β | Crystallite Size [111] |
|-----------------|-----------|-------|--------------------|--------------------|----------|----------|-------|------------------------|
| | (hkl) | (deg) | (Counts) | (Counts) | d(°A) | d(°A) | (deg) | (nm) |
| CdSe 0% | 111 | 25.67 | 113 | 100 | 3.46 | 3.510 | 1.75 | 4.27 |
| | 220 | 42.50 | 37 | 55 | 2.12 | 2.149 | 1.75 | |
| | 311 | 50.09 | 22 | 25 | 1.81 | 1.833 | 1.86 | |
| CdSe:Sn 0.5% | 111 | 25.42 | 167 | 100 | 3.50 | 3.510 | 2.10 | 3.57 |
| | 220 | 42.28 | 83 | 55 | 2.13 | 2.149 | 1.31 | |
| | 311 | 49.79 | 45 | 25 | 1.82 | 1.833 | 1.33 | |
| CdSe:Sn 1% | 111 | 25.57 | 85 | 100 | 3.48 | 3.510 | 1.95 | 3.83 |
| | 220 | 42.49 | 32 | 55 | 2.12 | 2.149 | 1.47 | |
| | 311 | 50.05 | 17 | 25 | 1.820 | 1.833 | 1.45 | |
| CdSe:Sn 1.5% | 111 | 25.42 | 111 | 100 | 3.50 | 3.510 | 2.09 | 3.58 |
| | 220 | 42.26 | 47 | 55 | 2.136 | 2.149 | 1.51 | |
| | 311 | 49.89 | 31 | 25 | 1.826 | 1.833 | 1.61 | |
| CdSe:Cu 0.5% | 111 | 6.36 | 81 | 100 | 13.87 | 3.510 | 0.16 | 50.7 |
| | ? | 32.24 | 36 | | 2.77 | | 0.25 | |
| | ? | 26.31 | 26 | | 3.38 | | 0.10 | |
| CdSe:Cu 1% | 111 | 31.97 | 69 | 100 | 2.79 | 3.510 | 0.20 | 35.21 |
| | 220 | 29.14 | 42 | 55 | 3.06 | 2.149 | 0.24 | |
| | 311 | 16.97 | 26 | 25 | 5.21 | 1.833 | 0.31 | |
| CdSe:Cu 1.5% | 111 | 25.40 | 101 | 100 | 3.50 | 3.510 | 1.93 | 3.87 |
| | 220 | 42.28 | 48 | 55 | 2.135 | 2.149 | 1.10 | |
| | 311 | 24.00 | 36 | 25 | 3.704 | 1.833 | 0.65 | |

في (الجدول 1) والخاص بالنماذج النقية والمشوبة بعنصري القصدير والنحاس والمرسبة بدرجة حرارة 70 °C لوحظ ان شدة الذروات تزداد او تبقى سائدة نسبياً مع ظهور اطوار أخرى لا يمكن تشخيصها للأغشية المشوبة بالنحاس وبالنسب الثلاثة وكما يظهر في الشكل (1)، اضافة الى زيادة في الحجم البلوري للأغشية المشوبة بالنحاس 0.5% و 1% قد يعزى ذلك الى ظهور اشكال بلورية دقيقة قد تصل للحدود النانوية عند هذه النسب.

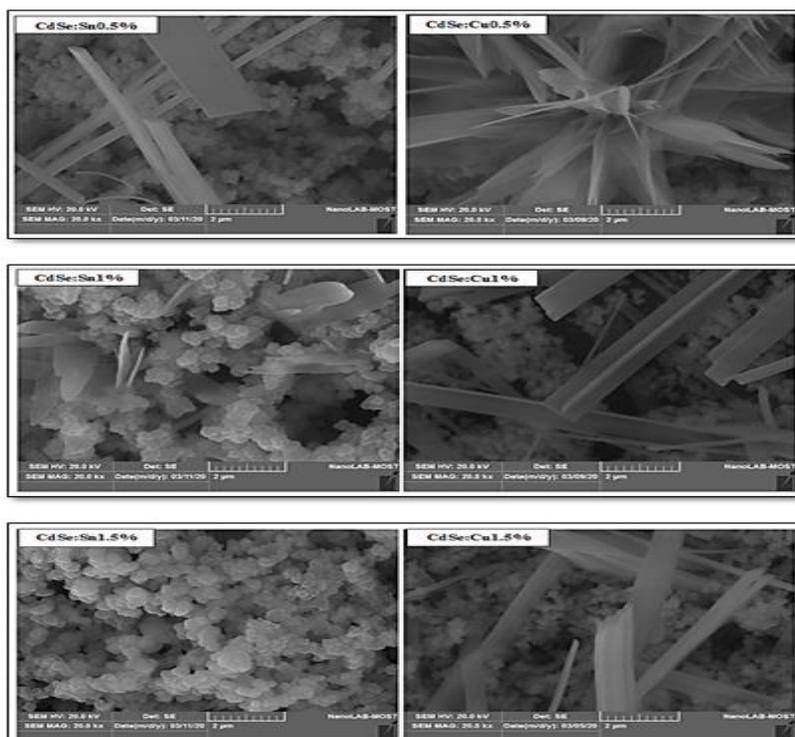
الفحص بتقنية SEM:

حصلنا بهذه التقنية على صور مجهرية للنماذج مكبرة بقوة تكبير مقدارها 20kx ويلاحظ من الصورة لسطح غشاء CdSe النقي في الشكل (2) ظهور عنقايد من حبيبات كروية الشكل متجانسة ومنتشرة على السطح بشكل جيد مع وجود بعض الفراغات.

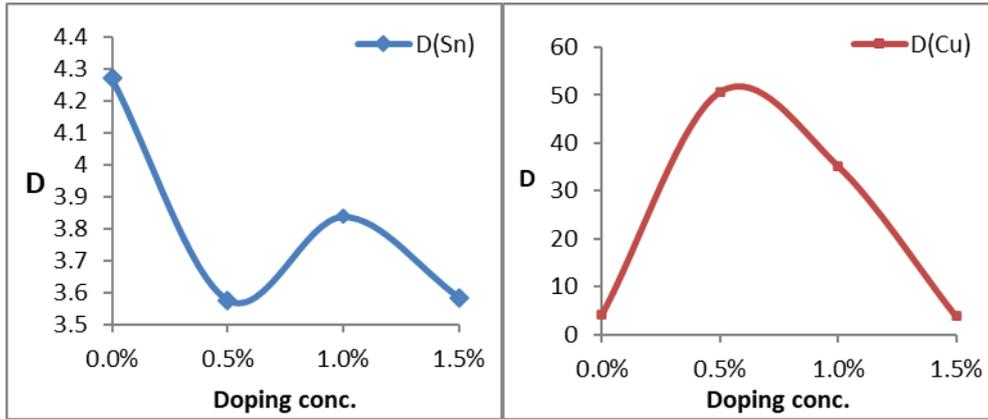


الشكل 2: صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح SEM لأغشية CdSe النقية

اما بالنسبة للأغشية المطعمة فنلاحظ ايضاً نقصان الحجم البلوري بزيادة نسبة التشويب مع ملاحظة انتشار الحبيبات بشكل متجانس وانتشار أفضل مما سبق ولأغشية المطعمة بكلتا العنصرين، الشكل (3)، فضلاً عن ظهور اشكالا متنوعة زهرية وشريطية في الأغشية المطعمة بالنحاس وكذلك بروز عصيات في الأغشية المطعمة بالقصدير والتي نقل وتخفتي تدريجياً بزيادة نسبة التشويب. ومن هنا يمكن القول ان ظهور الاطوار المجهولة والتي لم تشخص في قياسات XRD كانت بسبب تكون هذه الاشكال المختلفة.



الشكل 3: صور SEM للنماذج المشوبة بعنصري القصدير و النحاس و المرسبة عند درجة حرارة 70°C



الشكل 4: يوضح تباين الحجم البلوري للأغشية المشوبة مع نسبة التشويب لكل من عنصري القصدير Sn والنحاس Cu

ويمكن ايضا ان يلاحظ من الشكل (4) هناك سلوكا متباينا بالحجم البلوري مع نسبة تشويب كلا العنصرين فهناك وبشكل عام نقصانا في الحجم البلوري مع زيادة نسبة التشويب بأكثر من 1% ولكن يظهر التباين بينهما في النسب الاقل من 1% وكما في الشكل بسبب صغر نصف قطر ايون المادة المضافة مقارنة بنصف قطر ايونات الكاديوم. الا ان الصور SEM اظهرت انتشارا متجانسا للحبيبات لكلا العنصرين.

الاستنتاجات

ان التركيب البلوري لأغشية CdSe المحضرة-النقية والمشوبة- كان تركيبا مكعبيا Cubic structure متعدد التبلور Polycrystalline وبتجاه نمو مفضل للمستوي (111) اضافة الى المستويات (220) و(311) مع ظهور اطوار اخرى لا يمكن تشخيصها في طيف الحيود الأغشية المشوبة بالنحاس والمحضرة بدرجة حرارة ترسيب 70°C. وقد بينت دراسة سطح غشاء CdSe بتقنية SEM ظهور عناقيد من حبيبات كروية الشكل متجانسة ومنتشرة وملتصقة بشكل جيد على السطح في الأغشية النقية وتصبح اكثر بلورية وتجانسا في الأغشية المشوبة، فضلا عن ظهور عصبية دقيقة واشكال زهرية في الأغشية المشوبة بالنحاس والمحضرة بهذه الدرجة. كما ان الحجم البلوري ينقص بزيادة نسبة التشويب عموما بعد أكثر من 1%، وعلى الرغم من ظهور اشكالا مختلفة عند التشويب بالنحاس والتي قد تكون ظهرت عرضياً في مثل هذه الظروف، الا ان التشويب بالقصدير يعتبر هو الافضل من حيث الخواص التركيبية لأغشية CdSe المشوبة.

المصادر

- Al-Fawadi, E.M.; Alwan, T.J.; Naji, I.S. (2009). The structure and optical properties of CdSe: Cu Thin Films. *J. Baghdad Sci.*, **6**(1), 141-149.
- Baha'a, A. M. (2018). The effect of cadmium selenide thin film thickness on carbon monoxide gas sensing properties prepared by plasma DC-sputtering technique. *Iraqi J. Sci.*, **59**(4C), 2234-2241.
- Bedir, M.; Öztaş, M.; Rasul, A.D.; Hacıbrahimoglu, M.Y.; Çelik, S.S. (2.15). Effect of the Boron on the Characteristics of the CdSe Films Deposited by Spray Pyrolysis Method. Corresponding author. E-mail: mustafa.oztas@yalova.edu.tr.
- Bhuse, V. M. (2005). Chemical bath deposition of Hg doped CdSe thin films and their characterization. *Materials Chem. and Phys.*, **91**(1), 60-66. (Abstract)
- Calster, V. A.; Vervaet, A.; De Rycke, I.; De Baets, J.; Vanfleteren, J. (1988). Polycrystalline CdSe films for thin film transistors. *J. Cryst. Growth*, **86**, 924-928.

- Chate, P.A.; Bhabad, V.D. (2016). Aluminum doped CdSe thin films: structural characterization. *Int. J. for Modern Trends in Sci. Tec.*, **2**(10), 6-11.
- Chaudhari, K.B.; Gosavi, N.M.; Deshpande, N.G.; Gosavi, S.R. (2016). Chemical synthesis and characterization of CdSe thin films deposited by SILAR technique for optoelectronic applications. *J. Sci.: Advanced Materials and Devices*, **1**(4), 476-481.
- Chávez-Urbiola, I.R.; Chávez-Urbiola, E.A.; Ochoa-Landín, R.; Castillo, S.J.; Vorobiev, Y.V.; Ramírez-Bon, R. (2014). Cadmium selenide film through ammonia free thermal substitution reaction on cadmium oxide hydroxide films by chemical vapor deposition. *Materials Letters*, **116**, 254-257.
- Chopra, K.L.; Das, S.R. (1983). "Thin Film Solar Cell". Plenum press, New York.
- Deshpande, M.P.; Garg, N.; Bhatt, S.V.; Sakariya, P.; Chaki, S.H. (2013). Characterization of CdSe thin films deposited by chemical bath solutions containing triethanolamine. *Materials Sci. in Semiconductor Processing*, **16**(3), 915-922.
- Eya, D.D.O. (2006). Optical properties and applications of cadmium selenide (CdSe) thin films prepared by chemical bath deposition technique. *The Pacific J. Sci. and Tech.*, **7**(1), 64-68.
- González-Olmos, J.A.; Rojas-Hernández, A.G.; Gómez-Fuentes, R. (2015). CBD synthesis and characterization of CdSe nanostructured thin films. *ECS Transactions*, **64** (44), 29-33.
- Hone, F. G.; Ampong, F.K.; Abza, T.; Nkrumah, I.; Nkum, R.K.; Boakye, F. (2015). Synthesis and characterization of CdSe nanocrystalline thin film by chemical bath deposition technique. *Int. J. Thin. Film. Sci. Tec*, **4**(2), 69-74.
- Jamil, N.Y.; Burjus, A.Y.; Khalil, H.M. (2018). The effect of Ag doping on the structural, optical and electrical properties of CdSe thin films. *J. Raf. sci.*, **27**(3E), 146-152.
- Kariper, I. A. (2016). Optical and structural properties of CdSe thin film produced by chemical bath deposition. *J. Non-Oxide Glasses*, **8**(1), 1-9.
- Kaur, J.; Kaur, R.; Tripathi, S.K. (2019). Silver dopant-induced effect on structural and optoelectronic properties of CdSe thin films. *Acta Metallurgica Sinica (English Letters)*, **32**(5), 541-549.
- Kaur, J.; Tripathi, S.K. (2015). Annealing-induced optical and sub-band-gap absorption parameters of Sn-doped CdSe thin films. *Philosophical Magazine*, **96**(1), 45-57.
- Kultty, B. D., (1978). "Elements of X-Ray Diffraction." 2nd ed., Addison Wesley, London.
- Maki, S.A.; Bushra, K.H.; Tahir, H.M. (2017). Study the influence of Sn dopant on the surface topography and some physical properties of CdSe films prepared by evaporation technique. *J. Mul. Eng. Sci. Tec. (JMEST)*, **4**(8), 7924- 7931.
- Masumdar, E.U.; Mane, S.H.; Pujari, V.B.; Deshmukh, L.P. (2002). Effect of antimony dopant on structural and optical properties of CdSe thin films. *Indian J. Pure Appl. Phys.*, **40**, 624-632.
- Meladom, S.K.; Arackal, S.; Sreedharan, A.; Sagar, S.; Das, B.C. (2018). Microwave assisted robust aqueous synthesis of Mn⁺² doped CdSe QDs with enhanced electronic properties. *RSC advances*, **8**(47), 26771-26781.
- Metin, H.; Erat, S.; Ari, M.E.H.M.E.T.; Bozoklu, M. (2008). Characterization of CdSe films prepared by chemical bath deposition method. *Optoelectronics and Advanced Materials*, **2**(2), 92-98.
- Olusola, O.I.; Echendu, O.K.; Dharmadasa, I.M. (2015). Development of CdSe thin films for application in electronic devices. *J. Materials Sci.: Materials in Electronics*, **26**(2), 1066-1076.
- Pawar, S.A.; Pawar, S.B.; Kamble, A.S.; Patil, D.S.; Bhosale, P.N.; Patil, P.S. (2013). Investigations on chemosynthesized CdSe microclusters. *AIP Conference Proceedings: American Institute Phys.*, 1512(1):414-415.

- Rani, S.; Rajan, S.T.; Shanthi, J.; Ayeshamariam, A.; Jayachandran, M. (2015). Review on the materials properties and photoelectrochemical (PEC) solar cells of CdSe, Cd_{1-x}Zn_xSe, Cd_{1-x}In_xSe, thin films. *J. Materials Sci. Forum*, **832**, 1-27.
- Shah, R.K.; Parmar, H.O.; Patel, H.S.; Pathak, R.J.; Pathak, V.M. (2017). On the low temperature resistivity measurement of CdSe thin film. *Int. J. Trend in Scientific Research and Developm.*, **1**(2), 2456-6470.
- Thannon, R.N.; Al Taan, L. (2020). The effect of Sn, Cu- doping on the optical and structural properties of CdSe film deposited by CBD technique. *J. Raf. Sci.*, **29**(3), 38-49.
- Zakharov, O.; Rubio, A.; Cohen, M.L. (1995). Calculated structural and electronic properties of CdSe under pressure. *Phys. Rev. B.*, 514926-4930.
- Zuala, L.; Madaka, R.; Agarwal, P. (2013). Structural, optical and electrical characterization of CdSe nanorods synthesized by solvothermal process. *In Conference Papers in Sci.*, (2013). Hindawi.

Structural Properties of the Doped Thin Films CdSe: Cu and CdSe: Sn, Prepared Using Chemical Bath Technique at 70°C.

Rahma N. Thannon

Laith M. Al Taan

Department of Physics / College of Science / University of Mosul

ABSTRACT

In this work, CdSe thin films have been prepared by chemical bath deposition on glass substrates using Na₂SeSO₃ and CdCl₂ as a source of Se⁻² and Cd⁺² respectively, with a solution concentration 0.5M, a solution temperature at 70°C, pH=9 and deposition time 3 hours. The doping process was carried out with tin Sn and copper Cu with different amounts 0.5%, 1%, 1.5% also by CBD. The XRD studies show that the pure and the doped thin films were polycrystalline and cubic structure in the (111) plane direction, (220) and (311) too. SEM technique used to identify the surface nature of CdSe thin films as well as the average crystal size of the growing grains was (5.9nm). The images show a spherical grain, microcode, and other floral shapes with Cu doping at 70°C.

Keywords: doped thin film, CdSe thin films, structural properties, chemical bath, CBD.