

دراسة تأثير التلدين على الخواص الكهربائية لأغشية ZnSe المحضرة بطريقة التبخير الحراري في الفراغ

صلاح عبد الله حسون * زياد طارق الدهان **
نضال علي حسين ***

تاريخ قبول النشر ٢٠٠٣/١٠/١٣

الخلاصة

تم تحضير اغشية رقيقة من مادة ZnSe بطريقة التبخير في الفراغ المتعددة السمك $A^{\circ}(1000,2700,4000)$ على قواعد زجاجية ودراسة بعض خصائصها الكهربائية ضمن المدى الحراري $K^{\circ}(293-373)$ ثم تلدين النماذج المحضرة بدرجة $K^{\circ}(473)$ لمدة ساعة واحدة وقد بينت النتائج نقصان في قيمة التوصيلية الكهربائية وزيادة طاقة التشييط الثانية Ea_2 .

المقدمة

الخلية نفس الاتجاه مثل اي خلية اخرى. ان كل حبيبة بلورية تمتلك ترتيب المدى الطويل وتمتلك الحبيبات البلورية ككل ترتيب المدى القصير تعرف مناطق التقاء الحبيبات بالحدود الحبيبية ويكون سمك حد الحبيبة دائماً اقل من 20 ذرة. [1,4,5]. تعد المواد متعددة البلورات اقل استقراراً من الناحية الترموديناميكية من احادية البلورة وان حدود الحبيبات تعد ذا اهمية بالغة في تحديد الخواص الفيزيائية للمواد متعددة البلورات لانها تمثل عيوباً بلورية تؤدي الى نشوء حاجز جهد على جانبي حدود الحبيبات وتعرف التوصيلية الكهربائية بانها عامل التناسب بين كثافة التيار الكهربائي (J) والمجال الكهربائي (E). [2,6,7,9]

$$J = \sigma E \dots\dots\dots(1)$$

ويعبر عن التوصيلية الكهربائية بالعلاقة التالية :

$$\sigma = e(\mu_n n + \mu_p p) \dots\dots\dots(2)$$

حيث ان :

e : شحنة الالكترون

μ_n : تحركية الالكترون

μ_p : تحركية الفجوة

يمكن تصنيف المواد الصلبة من حيث تركيبها البلوري الى :

١- المواد المتبلورة

هناك نوعان الاول يدعى بالبلورة الاحادية *Single Crystal* اذ تمتد ذوبة الشبيكة خلال البلورة بأكملها اما الثاني فيدعى بالمادة متعددة التبلور *Polycrystalline* اذ لا تمتد ذورية النموذج البلوري خلال البلورة بل تنتهي عند حدود داخل البلورة تدعى بحدود الحبيبات *Grand-boundaries*.

٢- المواد غير المتبلورة (العشوائية)

ينعدم في هذه المواد الترتيب المنتظم لذراتها وذلك لوجود خلل في بنيتها الداخلي الذي يعمل على عدم انتظام (*disorder*) الذرات في الشبيكة لذلك فانها تترتب بشكل عشوائي. [1,2] تعد مادة (سلينايد الخارصين) من المركبات شبه الموصلية التي تعود الى مركبات المجموعة (II-VI) من الجدول الدوري. [3]. ان معظم اشباه الموصلات تعد من المواد متعددة التبلور فهي تتكون من العديد من البلورات الصغيرة يطلق عليها الحبيبات تتكون كل حبة من الالاف من وحدات الخلية وضمن الحبيبة الواحدة تمتلك وحدة

* دكتوراه-أستاذ مساعد-قسم الفيزياء-كلية العلوم للبنات-جامعة بغداد
** قسم هندسة الليزر والبصريات الالكترونية-جامعة النهدين
*** قسم الفيزياء-كلية العلوم للبنات-جامعة بغداد

وهذه من خصائص اشباه الموصلات [12,8]. ان ارتفاع درجات الحرارة لاشباه الموصلات تؤدي الى زيادة تحركية حاملات الشحنة.

الشكل (4) يبين العلاقة بين التيار والفولتية لآغشية ZnSe المختلفة السمك نلاحظ ان التيار يزداد بزيادة السمك وذلك لزيادة تركيز حاملات الشحنة.

الشكل (5) يوضح العلاقة بين σ Ln و

لاغشية ZnSe المختلفة السمك بعد $\frac{1000}{T}$

اجراء المعاملة الحرارية حيث وجد ان التوصيلية الكهربائية تزداد بزيادة السمك التي تم ايجادها من العلاقة التالية :

$$\sigma = \frac{L}{R.A} \dots\dots\dots(4)$$

حيث ان :

L : المسافة بين الاقطاب

R : المقاومة

A : المساحة الفعالة $(0.16)cm^2$

اما الاشكال (٦) (٧) (٨) فتوضح العلاقة بين

μ Ln و $\frac{1000}{T}$ لآغشية ZnSe قبل وبعد

اجراء المعاملة الحرارية ولسمك

A^0 (1000,2700,4000). ظهرت الأشكال

(5) الى (8) وجود قيمتين لطاقة التنشيط Ea_1 و

Ea_2 التي تم حسابها من المعادلة (3).

حيث ان طاقة التنشيط الاولى Ea_1 في جميع

الآغشية تمثل عملية تتطط hopping لحاملات

الشحنة خلال المستويات الموضعية القريبة من

حافة الحركية edge Mobility . [10]. أما في

درجات الحرارة العالية التي حسبت عندها طاقة

التنشيط الثانية Ea_2 فالانتقالات

تكون بطريقة التحفيز أو التهييج الحراري

Thermal excitation وتكون قيمة طاقة التنشيط

الثانية Ea_2 اكبر من طاقة التنشيط الاولى كما

يوضح الجدول (١).

اما المعاملة الحرارية فقد ادت الى تناقص

التوصيلية المستمرة بسبب ان المعاملة الحرارية

أدت الى حدوث استطارة لبعض ذرات مادة

العشاء تسببت في نقصان حاملات الشحنة كما ان

المعادلة الحرارية أدت الى زيادة انتظام الذرات

في التركيب البلوري

يخضع تغير التوصيلية الكهربائية مع درجة الحرارة لاشباه الموصلات النقية للعلاقة التالية :

$$\sigma = \sigma_0 \exp[-(Ea / K_B T)] \dots\dots\dots(3)$$

حيث ان :

Ea : طاقة التنشيط الحراري التوصيلية

T : درجة الحرارة المطلقة

K_B : ثابت بولتزمان

σ_0 : التوصيلية المعدنية الصغرى

الجانب العملي

حضرت آغشية ZnSe بطريقة التبخير

الحراري في الفراغ بأستخدام منظومة تفريغ

نوع (Lybold Coating Unit) بحيث يمكن

الوصول بمنظومة التفريغ الى ضغط

بحدود 10^{-5} (m bar) وبأستخدام شرائح زجاجية

ذات ابعاد $(2.54 \times 7.62 \times 0.12)cm$ كقاعدة

اساس لترسيب الآغشية عليها ونظفت كل الشرائح

بأستخدام الماء المقطر ومسحوق الغسيل ثم

غمرت القواعد في الماء المقطر بعدها تغمر

القواعد الزجاجية بكحول عالي النقاوة Pure

Ethanol في جهاز الموجات فوق الصوتية لمدة

15 min وجففت القواعد الاساس بوضعها في

فرن بدرجة حرارة 373 K لمدة 20 min

ولتبخير مادة ZnSe تم أستخدام حويض من مادة

الموليبدنيوم وأستخدام الالمنيوم لعمل الاقطاب

الكهربائية ولتبخير الالمنيوم أستخدم حويض من

التنكستين. لغرض اجراء القياسات الكهربائية تم

أستخدام جهاز قدرة للتيار المستمر نوع Philips

وجهاز لقياس التيار (Keithly Digital

Electro meter) وتقاس درجة حرارة النموذج

بواسطة مزدوج حراري Thermo Couple

الذي يتصل بعداد Thermometer. والغرض

اجراء المعادلة الحرارية للنماذج قيد البحث

استخدم فرن من نوع accu-therm II-1000

من شوكه Jelenko .

النتائج والمناقشة

بين الشكل (١) (٢) (٣) العلاقة بين التيار

والفولتية لدرجات حرارية مختلفة لآغشية ZnSe

المتعددة السمك A^0 (1000,2700,4000)

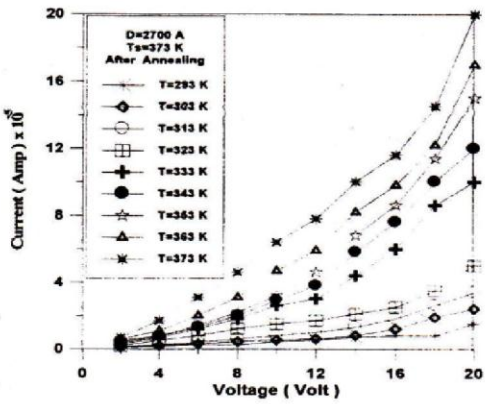
بدرجة حرارة K (373) للقاعدة الاساس المدنة

بدرجة K^0 (473) لمدة ساعة. تبين هذه الاشكال

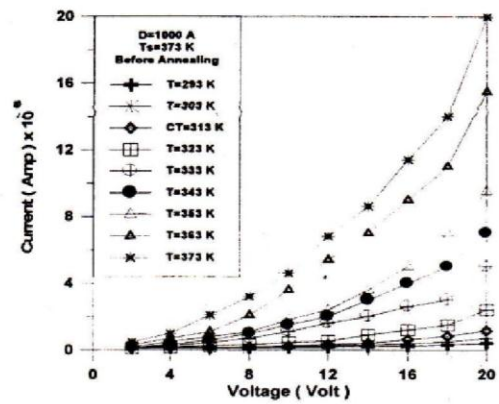
ان التيار يزداد بزيادة درجة الحرارة وهذا يدل

على ان المقاومة تقل بارتفاع درجات الحرارة

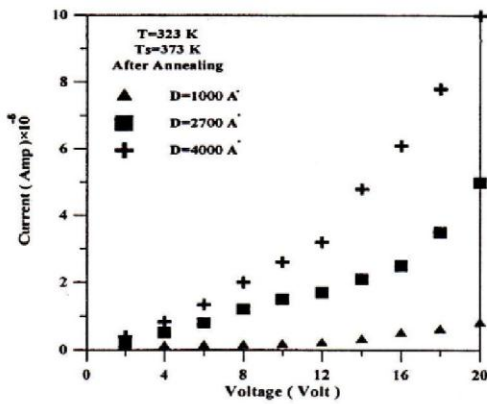
Thickness(A ^o)	Before Annealing		After Annealing	
	Ea ₁ (eV)	Ea ₂ (eV)	Ea ₁ (eV)	Ea ₂ (eV)
1000	1	0.14	1.03	0.21
2700	0.74	0.156	0.93	0.29
4000	0.72	0.163	0.845	0.264



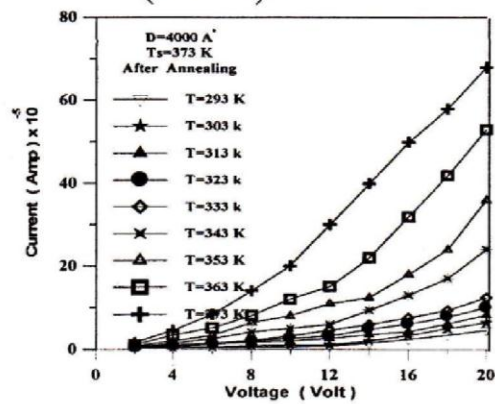
الشكل (٢) بين تغير التيار مع الفولتية لغشاء ZnSe لدرجات حرارية مختلفة (293-373)K



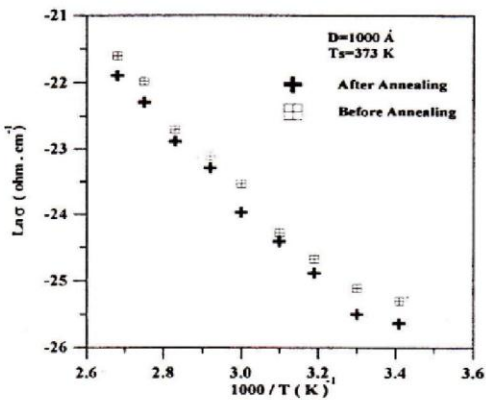
الشكل (١) تغير التيار مع الفولتية لغشاء ZnSe بسمك 1000 A° لدرجات حرارية مختلفة (293-373)K



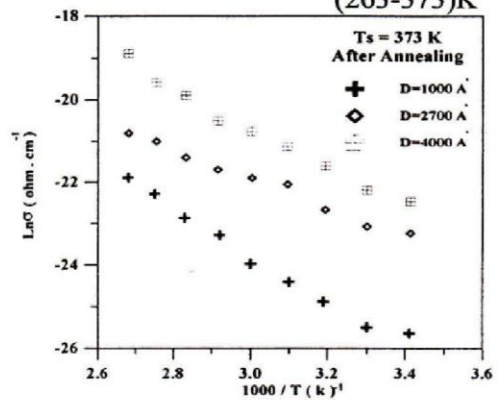
الشكل (4) يبين تغير التيار مع الفولتية لغشاء ZnSe بسمك 4000 A° لدرجات حرارية مختلفة (323)K



الشكل (٣) يبين تغير التيار مع الفولتية لغشاء ZnSe بسمك 4000 A° لدرجات حرارية مختلفة (263-373)K



الشكل (6) العلاقة بين لوغارتم التوصيلية ومقلوب درجة الحرارة لاغشية ZnSe بسمك 1000A° قبل التلدين وبعده

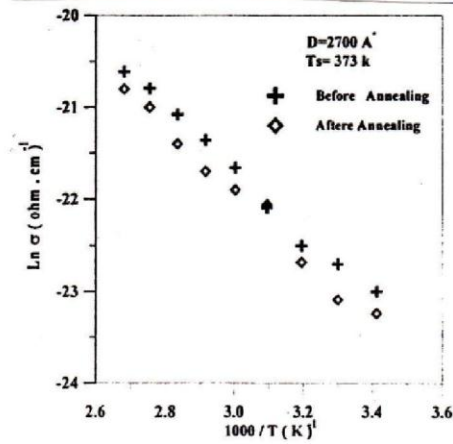


الشكل (5) العلاقة بين لوغارتم التوصيلية ومقلوب درجة الحرارة لاغشية ZnSe المتعدد السمك

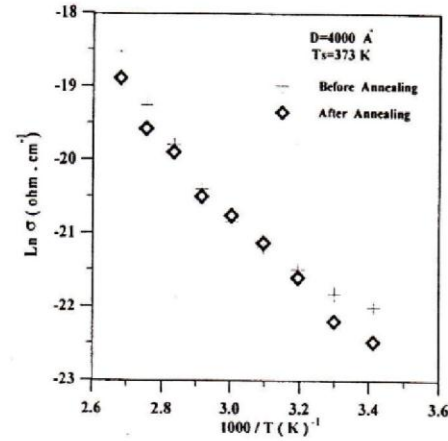
٤- انخفاض التوصيلية الكهربائية للنماذج بعد التلدين بسبب ان المعاملة الحرارية (التلدين) أدت الى حدوث استقطارية لبعض ذرات مادة الغشاء سببت في نقصان تركيز حاملات الشحنة مما أدى الى تناقص التوصيلية.

المصادر

١. يحيى نوري الجمال. ١٩٩٠. "فيزياء الحالة الصلبة" مطبعة جامعة الموصل.
٢. متي ناصر مقادسي. ١٩٩٠. "علم المواد" وزارة التعليم العالي.
3. Kasai, .K, Fitzpatrick. B. J. 1979." Shallow Acceptors and P-type ZnSe " Appl. Phys. Lett, 35:2.
4. Tauc, J, " Amorphous and liquid Semiconductors " by Plenum.
5. John, y. w. Seto . 1978. " The Electrical Properties of Polycrystalline Silicon films ", J.Appl. Phys , 46 :12.
6. Kireev, P. S. 1978. " Semiconductors Physics " , Mir Published , 2nd Edition, ".
7. Akira, Dos.1988. " Discrimination between conduction and polarization Processes in an a.c electric field", Appl . Phys,63:1.
٨. مؤيد جبرائيل يوسف. ١٩٨٩. "فيزياء الحالة الصلبة" مطبعة جامعة بغداد، الجزء الثاني.
9. Dawar, A. L. 1990. " Effect of Hydrogen Annealing on structural and Optical Properties of ZnSe thin films ",J. Crystal Growth 100:281.
10. Batabyal, A. k. 1984 " The Influence of deposition parameters on the Properties of Amorphous thin films Produced by magnetron sputtering method ", " Thin Solid film ", 112:51.
11. Serway, R. A. 2000. " Physics for Scientists and Engineers " 5th ed.
12. Smallman, R. E. 1990 " Modern Physical Metallurgy " University of Birmingham.



الشكل (7) يبين تغير لوغاريتم التوصيلية مع مقلوب درجة الحرارة لغشاء ZnSe بسمك 2700 Å قبل التلدين وبعده



الشكل (8) يبين تغير لوغاريتم التوصيلية مع مقلوب درجة الحرارة

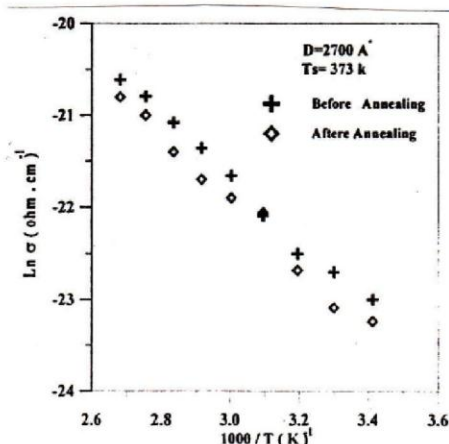
الاستنتاجات

- ١- زيادة قيمة التيار مع ارتفاع درجة الحرارة يؤدي الى زيادة تحركية حاملات الشحنة وبالتالي ازدياد انتقال حاملات الشحنة من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل مما يسبب زيادة في قيمة التيار.
- ٢- تزداد التوصيلية الكهربائية مع زيادة السمك يؤدي الى زيادة تركيز حاملات الشحنة.
- ٣- وجود قيمتين لطاقات التنشيط $Ea1$ و $Ea2$ طاقة التنشيط الاولى $Ea1$ في جميع الاغشية تمثل عملية التنشط Hopping أو الانتفاق Tunneling لحاملات الشحنة ضمن المستويات المقيدة داخل فجوة الطاقة اما طاقة التنشيط الثانية $Ea2$ فتمثل انتقال حاملات الشحنة بطريقة التحفيز أو التهييج الحراري Thermal excitation .

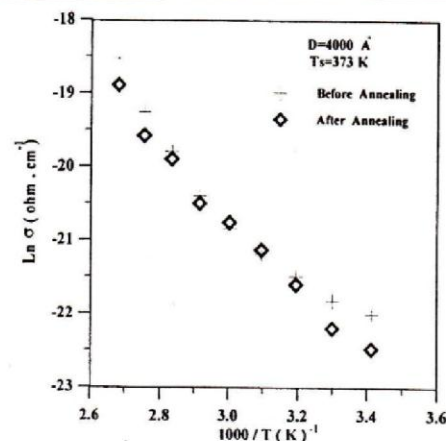
٤- انخفاض التوصيلية الكهربائية للنماذج بعد التلدين بسبب ان المعاملة الحرارية (التلدين) أدت الى حدوث استقطار لبعض ذرات مادة الغشاء سببت في نقصان تركيز حاملات الشحنة مما أدى الى تناقص التوصيلية.

المصادر

١. يحيى نوري الجمال. ١٩٩٠. "فيزياء الحالة الصلبة" مطبعة جامعة الموصل.
٢. متي ناصر مفادسي. ١٩٩٠. "علم المواد" وزارة التعليم العالي.
3. Kasai, .K, Fitzpatrick. B. J. 1979. " Shallow Acceptors and P-type ZnSe " Appl. Phys. Lett, 35:2.
4. Tauc, J, " Amorphous and liquid Semiconductors " by Plenum.
5. John, y. w. Seto . 1978. " The Electrical Properties of Polycrystalline Silicon films ", J.Appl. Phys , 46 :12.
6. Kireev, P. S. 1978. " Semiconductors Physics " , Mir Published , 2nd Edition, "
7. Akira, Dos.1988. " Discrimination between conduction and polarization Processes in an a.c electric field", Appl . Phys,63:1.
٨. مؤيد جبرائيل يوسف. ١٩٨٩. " فيزياء الحالة الصلبة " مطبعة جامعة بغداد، الجزء الثاني.
9. Dawar, A. L. 1990. " Effect of Hydrogen Annealing on structural and Optical Properties of ZnSe thin films ",J. Crystal Growth 100:281.
10. Batabyal, A. k. 1984 " The Influence of deposition parameters on the Properties of Amorphous thin films Produced by magnetron sputtering method ", " Thin Solid film ", 112:51.
11. Serway, R. A. 2000. " Physics for Scientists and Engineers " 5th ed.
12. Smallman, R. E. 1990 " Modern Physical Metallurgy " University of Birmingham.



الشكل (7) يبين تغير لوغاريتم التوصيلية مع مقلوب درجة الحرارة لغشاء ZnSe بمسك 2700 Å قبل التلدين وبعده



الشكل (8) يبين تغير لوغاريتم التوصيلية مع مقلوب درجة الحرارة

الاستنتاجات

- ١- زيادة قيمة التيار مع ارتفاع درجة الحرارة يؤدي الى زيادة تحركية حاملات الشحنة وبالتالي ازدياد انتقال حاملات الشحنة من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل مما يسبب زيادة في قيمة التيار.
- ٢- تزداد التوصيلية الكهربائية مع زيادة السمك يؤدي الى زيادة تركيز حاملات الشحنة.
- ٣- وجود قيمتين لطاقت التنشيط Ea_1 و Ea_2 طاقة التنشيط الاولى Ea_1 في جميع الاغشية تمثل عملية التنطط Hopping أو الانتفاق Tunneling لحاملات الشحنة ضمن المستويات المقيدة داخل فجوة الطاقة اما طاقة التنشيط الثانية Ea_2 فتمثل انتقال حاملات الشحنة بطريقة التحفيز أو التهييج الحراري Thermal excitation .

Study the influence of Annealing upon electrical properties of The prepared films ZnSe by Thermal evaporation in Vacuum

***S.A.Hasson **Z.T.Al-Dahan ***N.A.Huseen**

*** Physics department-College of Science for Women-Baghdad University.**

****Department of Laser engeneering and opto-electronics-Nahrain University.**

***** Physics department-College of Science for Women-Baghdad University.**

Abstract

Thin films of *ZnSe* are deposited on glass substrates by thermal evaporation in vacuum with different thickness (1000, 2700, 4000) Å temperature (293-373) °K are studies the electrical properties before and after annealing. The result show decrease D.C conductivity and increasing the activation energy E_a .