

التلدين الحراري التقليدي للنبیطة الهجینه نوع CdO/Si المحضره بطريقة الترسيب بالليزر النبضي

مكرم عبد المطلب*

تاريخ التقديم: 2008/12/24

تاريخ القبول: 2009/6/4

الخلاصه

جرى في هذا البحث تحسين الخصائص الكهربائية والفولتائية الضوئية لنبیطة هجينية نوع CdO/Si عن طريق الوصول إلى درجة الحرارة المثالية لعملية التلدين الحراري وخلال فترة زمنية ثابتة مقدارها 15 ثانية، تم تحضير النبیطة باستخدام تقنية الترسيب بالليزر النبضي نوع نديميوم-ياك ذو طاقة مقدارها 170 مليجول و امد نبضه مقدارها 400 مايكروثانية. و اظهرت النتائج وجود تحسن واضح في الخصائص الكهربائية والفوتوفولتائية للنبیطة و حوث انخفاض تدريجي في قيم الخصائص عند درجه حراره معينه وتصل اعلى قيم لها عند درجه حراره مقدارها 448 K.

Abstract

In the present work, enhancement of the electrical and photovoltaic properties of CdO/ Si heterojunction device has been carried out. This has done by using classical thermal annealing process at different temperatures reaching to the optimum value at optimum of 15 sec. The device is constructed using pulse laser deposition technique using pulsed Nd-Yag laser of 170 mJ energy and 400µs pulse duration. The obtained results show a good enhancement at optimum annealing temperature of 448K.

المقدمه

و غالباً ما تؤثر هذه العيوب على خصائص المادة حيث تعمل كمراكز إعادة اتحاد تؤثر على الخصائص الكهربائية لذا يكون من الضروري التخلص من هذه العيوب بواسطة عمليات التلدين الحراري والتي تعرف بأنها معاملة حرارية الغرض منها إزالة الإجهادات المتولدة في المادة بإعادة ترتيب الانخلاعات أو وحدات انتشار للشوائب لزيادة الفعالية الكهربائية يصنف التلدين الحراري الى نوعين التلدين الحراري التقليدي Classical thermal annealing، التلدين

الحراري السريع Rapid thermal annealing يعد التلدين الحراري التقليدي الذي يسمى أيضاً بالفرن الحراري أحد أنواع التلدين الحراري الأيزوثيرمي وهو احد أنواع التلدين الفعالة حيث يمكن إجراء عمليات التلدين عامة كبيرة من الشريحة المراد معالجتها كما تمتاز ببساطة الأجهزة المستخدمة ويختلف عن التلدين الحراري السريع من حيث زمن تعرض النموذج للحرارة وكيفية مقارنة هذا الزمن مع زمن

تعد عملية التلدين الحراري الاعتيادي من الطرائق التقليدية والشائعة في الاستخدام في معالجة العيوب خاصة تلك المحتثة أثناء عملية الإنماء البلوري لمادة القاعدة التي يصنع منها الكاشف [1]. كما أن لعملية التلدين استخدامات عديدة فهي تستخدم في تحسين كفاءة الكواشف والترانسورات المصنعة من أغشية المواد شبه الموصلة وكذلك مع الدوائر الكهربائية المتكاملة [2] وذلك بزيادة حجم الجسيمات الذي يؤدي إلى تحسين تحريكه الحاملات وبالتالي كفاءة النبیطة. كما تستخدم في تلدين الخلايا الشمسية المصنعة بطريقة الغرس الأيوني لتحسين الخصائص الكهربائية والخصائص الطبيعية [3]، تنشأ العيوب في داخل الشبكية أثناء عملية الإنماء البلوري ويمكن أن تقسم هذه العيوب إلى العيوب النقطية والعيوب الخطية والعيوب السطحية

اليزر القليله في تبخير معدن الزنك ذو درجة الانصهار القليله وبوجود غاز الاوكسجين كجو محيط [11,13]

الجانب العملي و القياسات

اولا / تحضير العينات : استخدمت منصومة ياك نبضي نوع Apollo laser ذو طاقة مقدارها 170 ملي جول وامتد بضه 400 مايكرو ثانيه في تحضير النبائط ، تم ذلك عن طريق ترسيب مادة الزنك بوجود جو من غاز الاوكسجين بضغط مقداره 350 ملي تور ودرجة حرارة قاعدة 250 درجة مئوية.

ثانيا / عمليات التلدين الحراري: استخدمت تقنية التلدين الحراري التقليدي بوجود فرن حراري نوع carbolite وعند مدى من الدرجات الحرايه (298-498) وعند زمن تلدين حراري 15 دقيقه.

ثالثا / القياسات الكهربائية : وتتضمن هذه القياسات ما يأتي :-

1- خصائص تيار جهد - حالة الظلام
يمثل مقدار التيار المار في النبطية كدالة لمقدار الجهد المسلط ويكون بالنتين الأولى انحياز أمامي والثانية انحياز عكسي عند جهد انحياز يتراوح بين (0.1 - 3.5) فولت تألفت الدائرة الكهربائية المستخدمة في القياس من مجهز قدره مستمر نوع (مصنع في قسم الفيزياء) وجهاز قياس التيار نوع (Digital Multimeter 179 TRMs) .

2- قياسات الفولتائية الضوئية

1- خصائص (تيار - جهد) حالة الإضاءة
Photo - current properties
يتم قياس التيار المار في الكاشف كدالة لجهد الانحياز العكسي ولعدد من الشدات الضوئية

1- تيار دائرة القصر (I_{sc})، ويمثل مقدار التيار المار في دائرة النبطية في حالة غياب الجهد الخارجي كدالة لشدة الأشعة الضوئية الساقطة .

الاستجابة للمادة شبه الموصلة والذي يعطى بالعلاقة :

$$t = s^2 / k_t \quad (1)$$

S : طول الانتشار الحراري

K_t : الانتشارية الحرارية

إن عملية التلدين بشكل عام تعتمد على درجة الحرارة وزمن التسخين ، وإن أقل زمن لازم لعملية التلدين الحراري بالفرن حوالي (20-15) دقيقة ويعد هذا الزمن أطول من الزمن اللازم لإزالة العيوب ، وبهذا فإن هذا الزمن يسمح بإعادة توزيع لذرات الشوائب غير المرغوب فيها خاصة الذرات التي تمتلك معاملات انتشارية عالية ، وهذا يؤثر سلباً على الخصائص الكهربائية للعينة ، لهذا أصبحت عمليات التلدين بالفرن الحراري محدودة الاستخدام في مجال التصنيع التكنولوجي

إن للتلدين الحراري تأثيرات إيجابية مهمة على الخصائص التركيبية للنبائط وهي

1- يعمل على منع عمليات إعادة التوزيع للشوائب غير المرغوب بها وإعادة تفعيل الشوائب المرغوبه.

2- يمكن الحصول على اتصال من النوع الضحل Shallow junction والذي يعتبر ضرورياً للحصول على أفضل أداء للخلايا الشمسية والكواشف .

3- يعمل على تقليل التأثيرات الجانبية المرتبطة بعملية التلدين التقليدي التي تنتج بسبب زمن التعرض الطويل للنماذج المصاحبة لها .

4- يمكن الحصول من خلال تلك العملية على عمليتان في آن واحد وهي التلدين وإعادة الانتشار .

تم في هذا البحث استخدام تقنية الترسيب بالليزر النبضي والتي تعد واحدة من افضل الطرق في تحضير المواد الشفافة الموصله [12] والتي تمتاز بانها ذات درجات انصهار عاليه حيث يتم الاستفادة من طاقه

2- فولتية الدائرة المفتوحة: تمثل مقدار الفولتية المارة في دائرة الكاشف كدالة لشدة الأشعة الضوئية الساقطة

النتائج والمناقشة

يبين الشكل رقم (1) خصائص تيار - جهد الثنائي المصنع بطريقة الانتشار الحراري في حالة الانحياز الأمامي قبل المعالجة الحرارية (التلدين الحراري) ، ومقارنة ذلك مع العينات المدنة عند درجات حرارة تلدين ثابتة ، وإذا ما أخذنا أحد هذه المنحنيات البيانية ولنفرض أنه المنحنى الخاص بالعينه غير المدنة أي عند درجة حرارة 298 كلفن والتي تقابل درجة حرارة الغرفة ، فإننا نلاحظ وجود منطقتين الأولى هي تيار منطقة تيار المادة الاتحاد عند فولتية انحياز قليلة والثانية هي منطقة تيار الانتشار عند فولتية انحياز عالية ، لينشأ تيار الاتحاد عندما يكون عدد الحاملات المتولدة أكبر من عدد حاملات الشحن الذاتية أي عدم تطبيق قاهنون فعل الكتلة [4] $(n \cdot p \cdot ni^2)$ ولتحقيق قانون فعل الكتلة تحدث عملية الاتحاد للإلكترونات المثيجه في حزمة التوصيل مع فجوات أحزمة التكافؤ وقد وجد أن تيار المادة الاتحاد للكاشف هو المتغلب وهنا يمكن أن يعزى إلى أن معظم الذرات الشائبة (ذرات الفسفور) ، تحتل مواقع مناسبة ضمن الشبكية البلورية للسليكون ووجودها في تجمعات غير مرغوب فيها يؤدي إلى انخلاعات تضيف مقاومة [5] إذ بين التيار الأمامي له انحناء ناتجة عن مقاومة التوالي.

ومن الشكل السابق نفسه نلاحظ ان عملية التلدين الحراري احدثت تغيراً واضحاً في خصائص المفروق حيث نلاحظ خصائص تيار - جهد للعينات المدنة عند درجات حرارية مختلفة بين (348 , 498) و عند درجة حرارة تلدين مقدارها 348 كلفن ويحدث هبوط بسيط في قيم التيار عند زمن التلدين الحراري الأول وهذا يعزى إلى اجتناب عيوب بلورية مؤدياً إلى توليد مراكز اقتناص واحطياذ يؤثر سلبياً

على خصائص التعرف وسرعان ما نبداً خصائص المفروق بالتحسن مع زيادة درجة حرارة التلدين لتبلغ أعلى قيمة لها عند درجة حرارة تلدين مقداره (448k). حيث أظهرت النتائج وصول قيمة النتائج إلى أفضل قيمة وهذا يعزى إلى زيادة فعالية الشوائب غير المشاركة قبل التلدين وكذلك تلدين العيوب وتعليل قيمة المقاومة للشريحة ، مع زيادة درجة حرارة 498k في الشكل نفسه (4) يلاحظ نقصان قيم التيار في حالة الانحياز الأمامي ويعزى ذلك إلى تولد العيوب [5] وتولد تيار التسرب عبر الوصلة (shunt leakage) [7] (current) . الشكل رقم (2) يوضح خصائص تيار - جهد حالة الظلام وفي حالة الانحياز العكسي وعند درجة حرارة تلدين مختلفة زمن تلدين من 30 دقيقة لكل منحنى من المنحنيات نلاحظ وجود منطقتين الأولى هي منطقة التولد الناتجة من تولد الحاملات من منطقة النقوب لأن الانحياز العكسي يعمل على سحب الحاملات مما يؤدي إلى تقليل تركيز الحاملات عند الاتزان $n \cdot p < ni^2$ [8] ويعتمد تيار التولد على مقدار جهد الانحياز وفقاً إلى العلاقة الآتية

$$t_g = \text{فترة حياة الحاملات ضمن منطقة التضرب}$$

عند مقارنة المنحنيات الناتجة عن تغير درجة حرارة التلدين نلاحظ وصول خصائص تيار - جهد حالة الظلام وعند الانحياز العكسي أفضل قيمة عند حرارة تلدين مقدارها 448k ولأسباب السابقة .

الشكل رقم (3) يوضح خصائص تيار - جهد حالة الإضاءة وعند شدة ضوئية مقدارها (0.96mW/cm^2) باعتبارها أعلى شدة ضوئية على التوالي حيث يشكل تيار الإضاءة أحد المعلمات المهمة والمؤثرة في خصائص الاستجابة الطفيفة والكفاءة الكمية ونلاحظ ازدياد قيمة التيار الضوئي بزيادة جهد الانحياز العكسي بسبب زيادة عرض منطقة التضرب

$$I_e = AW \frac{qni}{t g}$$

الحراري التقليدي ونلاحظ من المنحنيات البيانية أن أفضل خصائص للفولتية الدائرة المفتوحة دالة إلى الشدة الضوئية الساقطة تكون عند درجة حرارة تليدين مقدارها 448k وتتدنى الخصائص عند حرارة تليدين مقدارها 498k للأسباب أنفة الذكر ، في نفس الوقت نلاحظ ازدياد قيمة تيار دائرة القصر كدالة إلى الشدة الضوئية مع زيادة حرارة التليدين إلى حدود حرارة تليدين 448k تقل قيمة بعد ذلك مع زيادة حرارة التليدين ، وتشترك المنحنيات السابقة ولكل من تيار دائر القصر وفولتية الدائرة المفتوحة مع زيادة الشدة الضوئية الساقطة بسبب زيادة عدد المزدوجات المتولدة والمفصلة بواسطة المجال الكهربائي الداخلي مع زيادة عدد الفوتونات الساقطة لوحدة المساحة. إن لهذا القياس أهمية كبيرة في تحديد كفاءة الخلايا الشمسية والكواشف التي تعمل بنمط الفولتائية الضوئية وذلك لقياس التيار والفولتية الناتجين من فصل المزدوجات إلكترون - فجوة بواسطة المجال الكهربائي الداخلي فقط.

وكما سبقت الإشارة فإن التحسن في الخصائص الفولتائية تعود إلى زيادة فعالية الشوائب وفترة حياة الحاملات التي تؤدي إلى القدرة على تجميع الحاملات بصورة أفضل [10] وبزيادة زمن التليدين نلاحظ تناقص قيم تيار دائرة القصر والفولتية المفتوحة وذلك بسبب تولد العيوب البلورية مرة ثانية .

الاستنتاجات

من خلال استعراض النتائج ومناقشتها يمكن استنتاج ما يأتي:

1- أن عملية التليدين الحراري التقليدي تعود إلى تحسين واضح في الخصائص الكهربائية والفولتائية الضوئية للمفرق المتجانس السلكوني من خلال السيطرة على حرارة التليدين الحراري .

2- هناك حدود معينة لحرارة التليدين الحراري لكي تكون ذات تأثير ايجابي في تحسين النتائج فيما عدا ذلك يكون تأثير التليدين الحراري سلبياً .

ويوضح الشكل نفسه مقارنة النتائج لمجموعة العينات المدونة من العينة الأصلية غير المعاملة . إذ يزداد التيار الضوئي طردياً بزيادة عرض منطقة التضرب كما في العلاقة الآتية [9]

$$I_{ph} = q A G_{ph} (w + J_p + J_n)$$

إن زيادة فولتية الانحياز تؤدي إلى زيادة المجال الكهربائي الداخلي مما يزيد في احتمالية فصل المزدوجات إلكترون - فجوة ، كما توضح المقارنة ازدياد قيمة التيار مع زيادة حرارة التليدين الحراري ، ونلاحظ وصول قيمة التيار الضوئي وعند تلك شدة ضوئية أعلى قيمة لها عند درجة حرارة تليدين حراري مقدارها (448k) وهذا يعود كما ذكرنا سابقاً إلى تناقص تركيز العيوب ومراكز الاقتناص وكذلك زيادة الفعالية الكهربائية للشوائب ومع زيادة حرارة التليدين (398k 448k) ثانية على التوالي ومع زيادة حرارة التليدين إلى 498k نلاحظ انخفاض قيم التيار الضوئي بسبب تولد العيوب البلورية.

الشكل (4) يمثل نتائج تأثير زيادة الشدة الضوئية الساقطة على وحده المساحة من الكاشف ونلاحظ أن قيم التيار الضوئي نفسها تزداد مع زيادة الشدة الضوئية الساقطة لوحدة المساحة من الكاشف بسبب زيادة عدد الفوتونات الضوئية الساقطة وبالتالي زيادة عدد المزدوجات المتولدة مع زيادة الشدة الضوئية ويمكن ملاحظة ذلك عند مقارنة نتائج المنحنيات في الشكل التالي

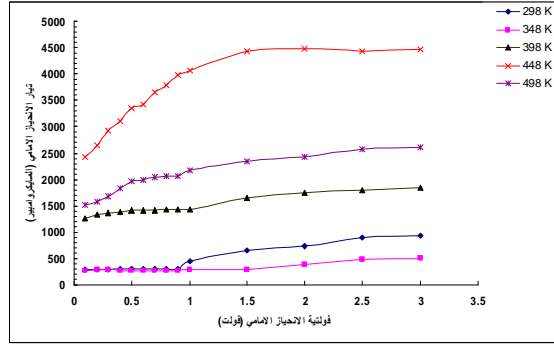
وظهور العيوب النقطية والتي تنتج عن ظهور مراكز الاقتناص التي تزيد من احتمالية حدوث عملية إعادة الاتحاد وخاصة عند السطح بسبب زيادة الفترة الزمنية التي يتعرض فيها الكاشف إلى الحرارة [10]، الشكل (5و6) يوضح نتائج قياس الخصائص الفولتائية الضوئية متمثلة في قياس تيار دائرة القصر وفولتية الدائرة المفتوحة ومقارنة النتائج كدالة إلى درجة حرارة التليدين

- ماجستير مقدمه الى قسم العلوم التطبيقية -
بغداد العراق 2001
- 2- رفل حميد مهدي "دراسة
تأثير التلدين الحراري على خصائص خليه
شمسية رسالة ماجستير مقدمة الى قسم العلوم
التطبيقية بغداد العراق 2002.
- [8]-R.Singh, J.Appl.Phys, Vol.63 No.8
(1988).
- [9]-K.Kim,K.Park and D.Ma " Structural
,Electrical and Optical properties of
Aluminum doped Znic Oxid films by
radio frequency magnetron sputtering" J.
Appl.Phys.Vol .81,NO.(12) P: 7764,
1997.
- [10]-Fredrick G., Andero C. " Studies of
the plume accompanying Pulsed
ultraviolet laser ablation of Znic oxide"
Journal of Applied physics,
Vol.92,NO.11,2002.
- [11]-Evan T.Salem "Pulsed laser
deposition of some TCO films for
optoelectronic Applications" Ph.D. thesis
submitted to Applied science department
,University of technology, supervised by
Dr.RAAd A.Ismael ,Dr. Bassam G.
Rasheed, 2006.

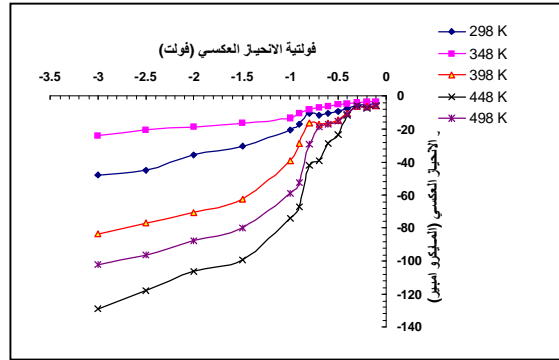
3 - ان أفضل النتائج عند درجة حرارة
تلدين حراري مقدارها 448 درجة كلفنية.

المصادر

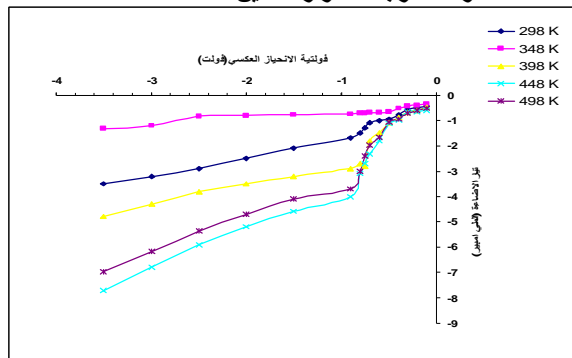
- [1]-V.Allmen "Physics process in
Laser material interaction" Plenum
press, 1983, p:52.
- [2]-Street man. B. "solid state
electronic device" prentice-H all, Inc
1972. P:96.98.99.178.
- [3]-Doglas, A.Ross "Opto electronic
Device and optional Imaging
Technique", First published, Mac
millan press, LTD, 1979, P:20,48,54.
- [4]-S.M Sze "Phsics of semiconductor
device" Jonswilly and sons, 1981,
P:40, 41,754,750,752,746,91,753.
- [5]-A.M. Maliezz "Laser science and
technology" marte, Inc, 1988, P:155.
- [6]-Street man. B. "solid state
electronic device" prentice-H all, Inc
1972. P:96.98.99.178.
- [7]-Kneth. J.Button "IR and millimeter
wave" Vol. 3. Accadimic Press, Inc.
1980. P: 541,471,33.
- 1- ايفان طارق سالم "تصنيع
اطروحة كاشف ليزري متعدد العناصر



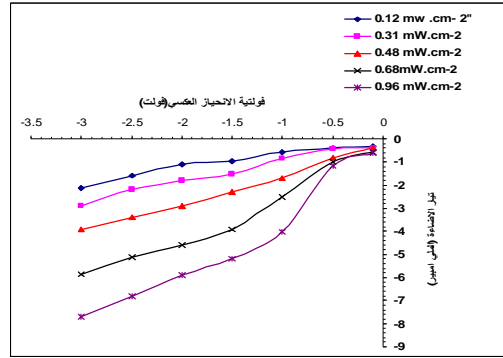
شكل (1) خصائص تيار جهد حاله الظلام في حالة الانحياز الأمامي عند درجات حرارة تلدين مختلفة .



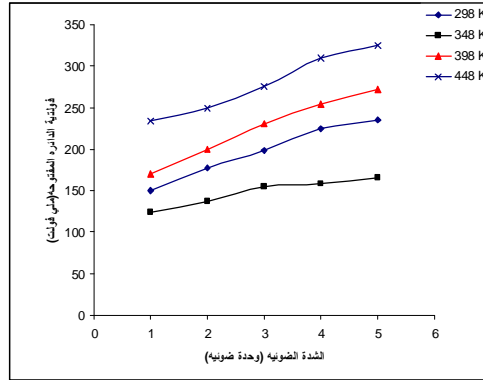
الشكل (2) خصائص تيار - جهد حالة الظلام في حالة الانحياز العكسي وعند درجات حرارة تلدين مختلفة



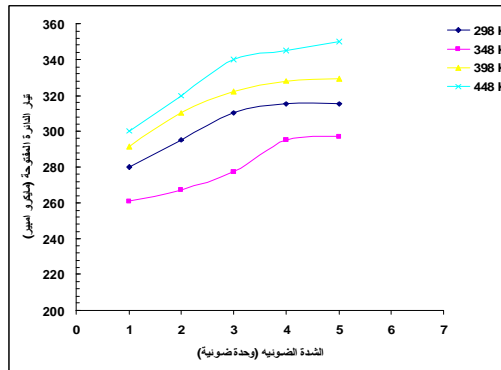
شكل (3) خصائص تيار - جهد حالة الإضاءة وعند شدة ضوئية مقدارها $0.96W/cm^2$



شكل (4) مقارنة قيم التيار الضوئي عند شدات ضوئية مختلفة عند حرارة تلمدين (448)



شكل (5) تيار دائرة القصر عند درجات حرارة تلمدين مختلفة وعند شدات ضوئية مختلفة



شكل (6) فولتية الدائرة المفتوحة عند درجات حرارة تلمدين مختلفة وعند شدات ضوئية مختلفة