Al-Khwarizmi Engineering Journal

Al-Khwarizmi Engineering Journal, Vol. 6, No. 2, PP 93-99 (2010)

دراسة الخصائص التركيبية لغشاء شبه موصل متعدد الطبقات

هند باسل الاطرقجي هناء عرير القيسي

قسم هندسة المواد/ الجامعة التكنولوجية

(Received 13 September 2009; accepted 30 March 2010)

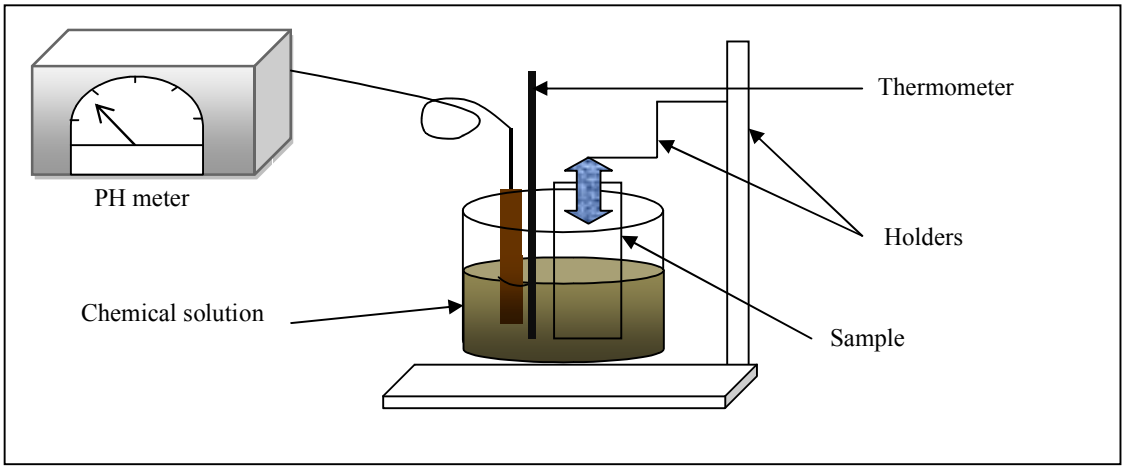
الخلاصة

في هذا البحث تم دراسة تأثير زيادة عدد الطبقات لغشاء شبه موصل ككبريتيد الرصاص على متوسط الأحجام الحبيبية وبيان العلاقة مابين الزيادة في متوسط الحجم الحبيبي وسمك الغشاء، وتم تحضير الغشاء باستخدام طريقة سهلة وبسيطة ولا تحتاج الى تعقيد ألا وهي الحمام الكيميائي، ومن إجراء حيود الأشعة السينية وجد إن للمادة تركيب عشوائي ومكعب cubic وعند زيادة عدد الطبقات المترسبة نلاحظ بروز عدد من القمم لمادة PbS وبمستويات مختلفة لكن المستوى الأكثر شدة هو (٢٠٠) وكذلك تم حساب قيمة فجوة الطاقة البصرية ووجد إنها لا تتأثر بزيادة السمك ومن هذه القيمة يمكن تحديد التطبيقات الكهروبصرية للمواد شبه الموصلة إذ يتم انتخاب المادة على أساس امتصاصها للأشعة البصرية الساقطة عليها.

الكلمات المفتاحية: *غشاء شبه موصل، PbS متعدد الطبقات.*

١. المقدمة

يعتبر غشاء كبريتيد الرصاص من الأغشية شبه الموصلة تنتمي إلى المجموعة الرابعة والسادسة من الجدول الدوري [1,2] (IV-VI) ولهذه المادة فجوة طاقة تتصف بكونها صغيرة ومباشرة تساوي 0.35 eV [1] وبسبب صغر فجوة الطاقة لهذه المادة فهي تعد جيدة للاستخدام في تصنيع الكواشف للأشعة تحت الحمراء لمدى الاطوال الموجية (3.1-1.1)μm [3] ولقد كانت الاستخدامات المبكرة لهذه المادة بهيئة بلورات و بسبب الكلفة العالية في صناعتها تم اللجوء إلى أغشية المواد شبه الموصلة كبديل لبلوراتها ويرسب غشاء PbS بعدة طرق [4] (كهربائية، تبخير حراري ،أو بالحمام الكيميائي). وتعتبر الأخيرة من أفضل الطرق المستخدمة في الوقت الحاضر لعمليات تحضير الأغشية الرقيقة لكونها طريقة سهلة غير معقدة لاتحتاج إلى منظومات تفريغ ,إمكانية التحكم في قيم السمك للغشاء المرسب من خلال التحكم في التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة ,إمكانية الترسيب في درجة حرارة المختبر ولا تحتاج الى منظومة ترسيب معقدة [5,6] حيث لا تتطلب إلا بيكر للترسيب ومقياس Ph وكما موضح بالشكل(١).



شكل -١- يبين طريقة الترسيب بالحمام الكيميائي

This page was created using **Nitro PDF** trial software.
To purchase, go to http://www.nitropdf.com/

٢. الجانب العملي

استخدمت طريقة الترسيب بالحمام الكيميائي لترسيب غشاء متعدد الطبقات ولتكوين غشاء ذو تركيب دقيق nanostructure يتطلب توفير ايونات الرصاص Pb^{+2} من خلال استخدام مادة نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ و مادة الثايوريا $SC(NH_2)_2$ لغرض توفير ايونات الكبريت S^{-2} ويتم تحضير 0.05M وبحجم 45ml لكل من $Pb(NO_3)_2$ و $SC(NH_2)$ بعدها يتم خلط المحلولين في بيكر خاص و يسخن المحلول الكيميائي إلى 330K لمدة ١٥ دقيقة، والمعادلات (١),(٢) و(٣) توضح مسار التفاعل.

$$SC(NH_2)_2 + OH^{-1} \longrightarrow CH_2N_2 + H_2O + HS \quad \ldots(1)$$

$$HS^- + OH^- \longrightarrow H_2O + S^{-2} \quad \ldots(2)$$

$$Pb+2 + S-2 \longrightarrow PbS \quad \ldots(3)$$

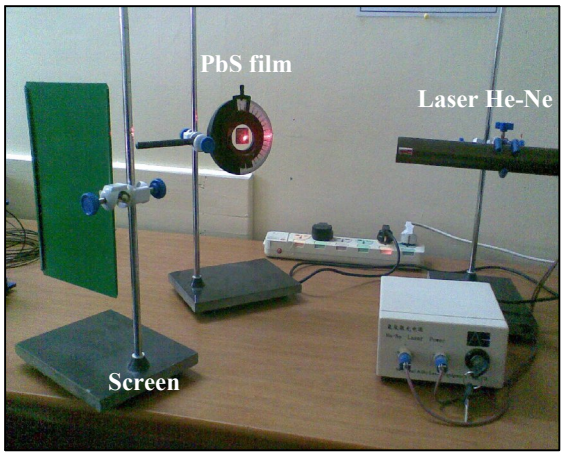
توضع القواعد المراد الترسيب عليها في المحلول بعد تنظيفها بحامض الكروم لمدة ٢٤ ساعة ثم تغسل بالماء المقطر وبعدها توضع بصورة عاموديه في المحلول المحضر يراعى تحضير المحلول الكيميائي عندما يراد الترسيب اي لا يفضل تحضيره قبل الترسيب بفترة زمنية بعيدة لضمان حدوث التفاعل بشكل سريع وصحيح بعدها تغمر القاعدة لمدة ٤ ساعات ثم ترفع وتغسل بالماء المقطر وتجرى عليها الفحوصات المطلوبة،ثم يحضر المحلول مرة أخرى تغمر القاعدة نفسها وهنا سنكون حضرنا طبقتين من المادة أو الغشاء تكرر العملية إلى أن نجد انه لايوجد تغير في خصائص الغشاء.والشكل (١) يوضح عملية الترسيب فيما يبين الجدول رقم (١) ظروف الترسيب المختلفة لتحضير الغشاء.

جدول -١-
يمثل مكونات الحمام الكيميائي وظروف الترسيب

The Bath	Qu.	PH	Time of Deposition min	Temperature K
Pb (NO3) 2	0.05M	12	15	330
SC(NH2)2	0.05 M			

٣. الفحوصات

السمك



شكل - ٢- يبين الطريقة البصرية لقياس السمك باستخدام الليزر

بما أن الغشاء المرسب ذو تركيب دقيق nanostructure لذا نستخدم الطريقة البصرية في حساب السمك حيث تعتبر هذه الطريقة من أدق الوسائل المستخدمة لحساب سمك الأغشية و يتم استخدام ليزر He-Ne بقدرة 5mW ويوضع الغشاء بصورة مائلة أمام شعاع الليزر لضمان حدوث التداخل الضوئي الذي يمثل الأساس بظهور الأهداب التي من خلالها يتم حساب السمك وكما في الشكل(٢)، ومن خلال تطبيق المعادلة (٤) يمكن حساب السمك [7]:

$$T = \Delta L / L * \lambda/2 \quad \ldots(4)$$

حيث:

T = سمك الغشاء
λ = الطول الموجي لليزر المستخدم و يساوي 632.8nm
ΔL = عرض الهدب المظلم
L = عرض الهدب المضيء

حيود الأشعة السينية (X-Ray diffraction)

بعد الانتهاء من حساب سمك الأغشية يتم إجراء X-Ray لغرض دراسة تركيب الأغشية المتكونة ومعرفة نوع الغشاء سواء كان عشوائي أو بلوري أو متعدد البلورات،حيث يستخدم جهاز Philip PW1710 diffractmeter باستخدام الطول ألموجي 1.5405A أي باستخدام الشعاع Cu-Ka، وعلى هذا الأساس يتم حساب متوسط الأحجام الحبيبية وكما موضح أدناه.

حساب متوسط الحجم الحبيبي Grain Size

من خلال إجراء X-Ray للأغشية المترسبة تم حساب متوسط الإحجام الحبيبة من خلال تطبيق المعادلة (٢) [8]:

$$G.S = 0.9 \lambda / \beta \cos\theta \quad \ldots(5)$$

This page was created using **Nitro PDF** trial software.
To purchase, go to http://www.nitropdf.com/

حيث:

$\lambda = 1.5405A$
θ = زاوية الحيود
β = عرض النبضة

ومن خلال هذه المعادلة استطعنا تحديد قيم متوسط الأحجام الحبيبية للغشاء عند كل طبقة وبالتالي يمكن دراسة تأثير زيادة عدد الطبقات على الخصائص التركيبية للمادة وكذلك يمكن إيجاد انه هل المادة المترسبة ذات تركيب نانو(دقيق) ام لا.

فجوة الطاقة البصرية

تعرف فجوة الطاقة بأنها الفراغ الموجود بين حزمتي التكافؤ والتوصيل تتلاشى هذه الفجوة بالنسبة للمواد الموصلة و لها قيم معينة للمواد شبه الموصلة بينما للمواد العازلة تزداد بشكل كبير كما في الألماس حيث تساوي 6 e.V وهي مقدار كبير لا يمكن للإلكترون أن يتجاوزه للانتقال من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل و لغشاء PbS فجوة طاقة مباشرة[10-9] ويتم حساب فجوة الطاقة من خلال حساب معامل الامتصاص لمادة الغشاء من خلال تطبيق المعادلة الآتية[10]:

$$\alpha = \frac{1}{t} \times \ln \frac{1}{T} \qquad \ldots(6)$$

حيث :

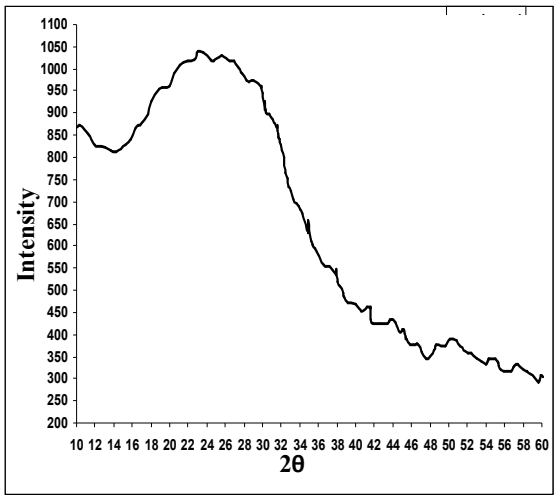
T: نفاذية الغشاء
t : سمك الغشاء

وتحدد قيمة فجوة الطاقة من خلال رسم المنحني مابين طاقة الفوتون الساقط$(h\nu)$ و $(\alpha h\nu)^2$ فيكون تقاطع الخط المستقيم مع المحور $(h\nu)$ سيمثل قيمة فجوة الطاقة.

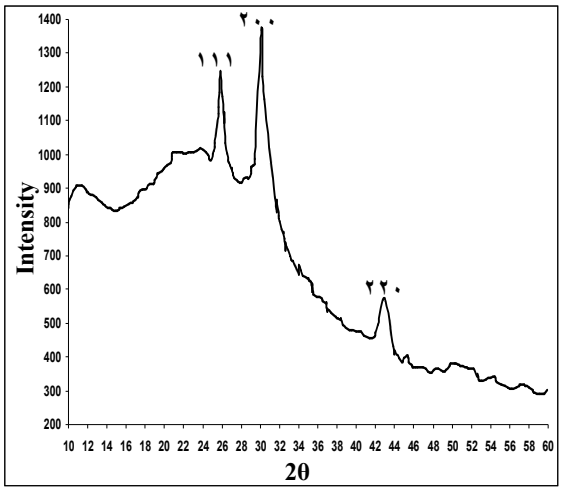
٤. النتائج و المناقشة

حيود الأشعة السينية

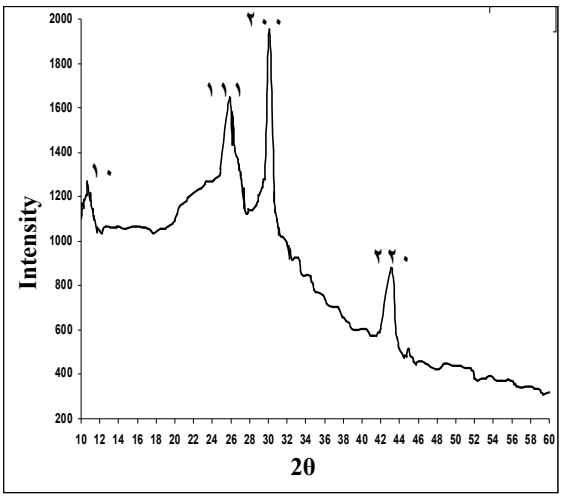
من خلال إجراء حيود X-Ray Diffraction وجد إن الغشاء ذو طور مكعب و عشوائي ويلاحظ عدم بروز أي من القمم لكن بترسيب طبقتين و ثلاث نجد ان هناك بروز لمستويات وبشدات مختلفة كما في الأشكال (6,5,4,3)، وللمستوى (٢٠٠) أعلى شدة من بين المستويات الأخرى وهذا جاء متوافقاً مع البحوث التي تضمنت هذا الموضوع حيث وجد كل من الباحثين H. Yanglong,and K. Hiroshi [11] ان للغشاء شدة اعلى للمستوى (٢٠٠) مقارنة مع بقية المستويات، ومن العودة إلى الأشكال نفسها نجد انه لا يوجد انحناء في الزوايا الحيود أي بمعنى انه لايوجد تشوه للمادة المترسبة فقط يكون هناك زيادة في شدة المستوى سواء كان (٢٠٠) او (١١١).



الشكل ٣ يوضح أجراء فحص حيود الأشعة السينية لغشاء PbS ولطبقة واحدة

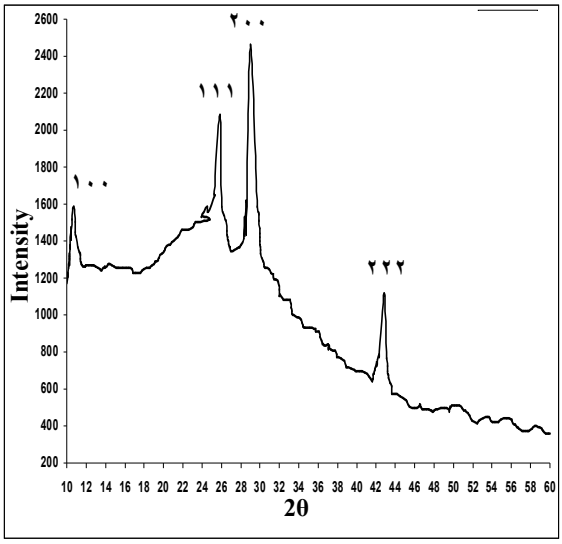


الشكل ٤ يوضح أجراء فحص حيود الأشعة السينية لطبقتين من غشاء PbS



الشكل ٥ يوضح أجراء فحص حيود الأشعة السينية لثلاث طبقات لغشاء PbS

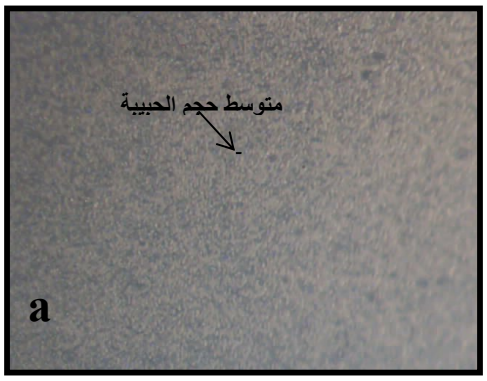
This page was created using **Nitro PDF** trial software.
To purchase, go to http://www.nitropdf.com/



الشكل ـ ٦يوضح أجراء فحص حيود الأشعة السينية لأربعة طبقات لغشاء PbS

متوسط الحجم الحبيبي

من خلال فحص X-Ray أصبح بالإمكان حساب متوسط الحجم الحبيبي للمادة المترسبة عند كل طبقة مع الأخذ بنظر الاعتبار إن الطبقة الأولى لايمكن من خلالها حساب g.s لعدم ظهور أي من القمم الممثلة لمادة PbS لكن يبدأ الحساب من الطبقة الثانية صعودا إلى الرابعة ومن ملاحظة الشكل (٧) نجد إن للمادة تركيب دقيق لكون قيم g.s صغيرة تتراوح مابين nm (5-8) متوسط الحجم الحبيبي يزداد بزيادة عدد الطبقات وهذه الزيادة أدت بالنتيجة إلى زيادة في قيم السمك للغشاء وكما سنرى لاحقا.
إن هذه الزيادة في قيم متوسط الأحجام الحبيبية جاءت نتيجة اتحاد الحبيبات مع بعضها البعض أثناء عملية الترسيب مسببة زيادة في قطر الحبيبة الواحد و كما مبين في الشكل(٨) حيث يمثل تصوير مجهري لعينات من غشاء كبريتيد الرصاص مرسب بعدة طبقات.



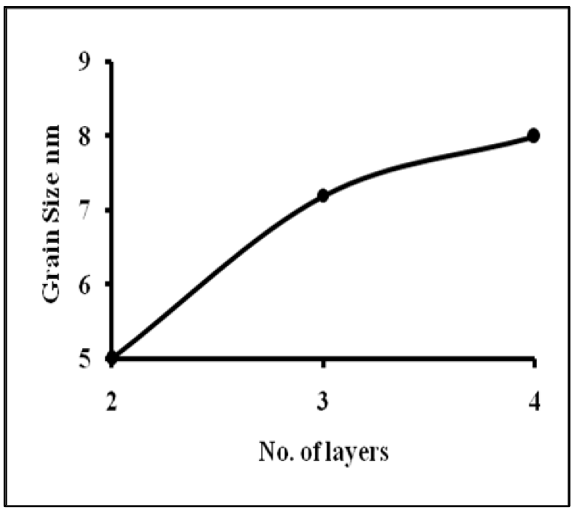
a . الطبقة الثانية

b . الطبقة الرابعة

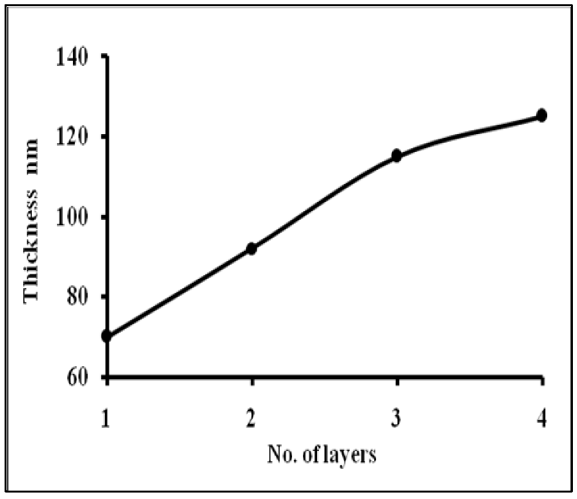
الشكل ـ ٨ـ يبين التغير في متوسط الحجم الحبيبي و عدد الطبقات

السمك

من خلال حساب السمك باستخدام الليزر نجد إن زيادة عدد الطبقات تؤدي إلى زيادة في قيم السمك أي العلاقة طردية كما مبين في الشكل(٩)، وهذه الزيادة في السمك لم يكن نتيجة زيادة عدد الطبقات فقط بل نتيجة إلى زيادة متوسط الحجم الحبيبي و كما موضح في الشكل(١٠).

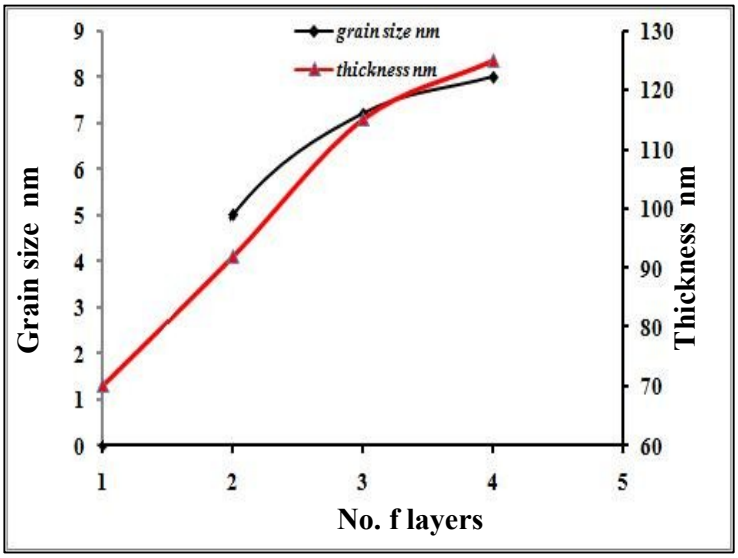


الشكل يبين التغير في قيم متوسط الحجم الحبيبي مع زيادة عدد الطبقات



الشكل يبين التغير في قيم السمك مع زيادة عدد الطبقات المترسبة

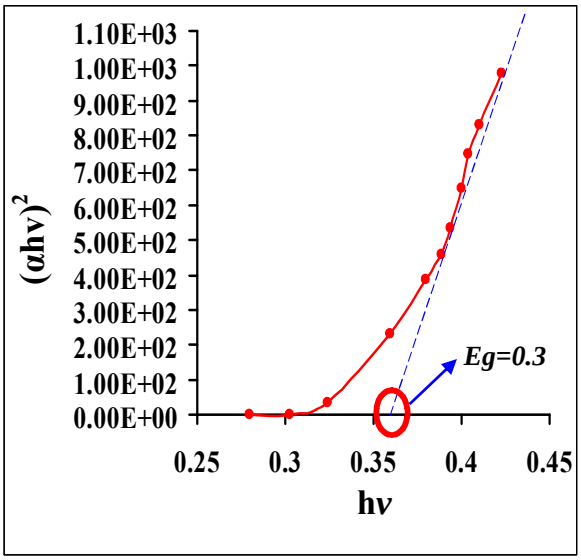
This page was created using **Nitro PDF** trial software.
To purchase, go to http://www.nitropdf.com/



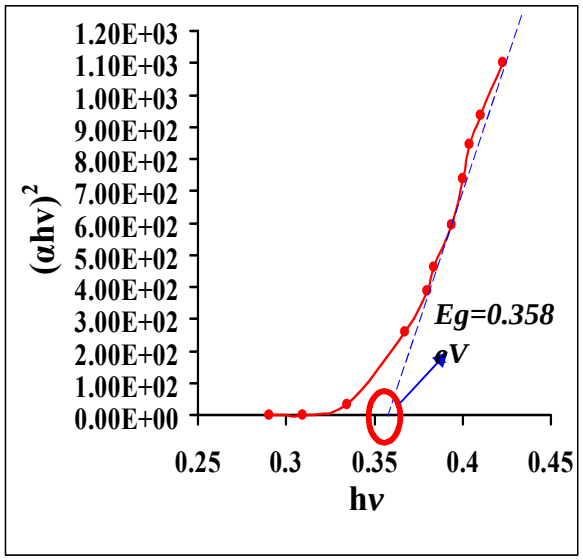
الشكل ـ ١٠يبين العلاقة ما بين التغير في قيم متوسط الحجم الحبيب ي و السـ مك بزيـ ادة عـ دد الطبقات لغشاء كبريتيد الرصاص

فجوة الطاقة البصرية

من ملاحظة الشكل(١١) نجد ان للغشاء فجوة طاقة صغيرة و ضيقة تساوي 0.36eV و عند ترسيب اربعة طبقات لا نجد اي تغير في قيمتها و هذا يدل على ان زيادة السمك او الزيادة في متوسط الحجم الحبيبي لا تؤثر في قيم فجوة الطاقة كما في الشكل(١٢) حيث يكون التغير مقدار طفيف جدا.



الشكل (١١يبين حساب قيمة فجوة الطاقة لغشـ اء كبريتيـ د الرصـ اص المرسب بطبقة واحدة فقط



لشـ كل(١٢ يبين حسـ اب قيمـ ة فجـ وة الطاقـ ة لغشـ اء كبريتيـ د الرصـ اص المرسب بأربعة طبقات

This page was created using **Nitro PDF** trial software.
To purchase, go to http://www.nitropdf.com/

٥. الاستنتاجات

من النتائج اعلاه نجد:

١. إمكانية تحضير أغشية ذات تركيب دقيق او ما يعرف بـ(nanostructure) باستخدام الحمام الكيميائي.
٢. لغشاء كبريتيد الرصاص تركيب عشوائي وتبدأ المادة بالتبلور تدريجياً بزيادة عدد الطبقات ويلاحظ إن المادة تكون متعددة البلورات نتيجة لظهور أكثر من قمة او أكثر من مستوي.
٣. يزداد متوسط الحجم الحبيبي بزيادة عدد الطبقات المرسبة.
٤. يزداد سمك المادة بزيادة متوسط الأحجام الحبيبية .
٥. زيادة عدد الطبقات لا تغير من قيمة فجوة الطاقة لمادة PbS الا بمقدار طفيف جداً.

٦. المصادر

[1] R.S.Patil, H.M.Pathan, “Preparation and Charization of nanocrystalline lead Sulfide Thin Films by (SILAR) Method”, Department of Physics, Shivaji University, Kolapure, India, 2000.

[2] Pathan,H.&Lokhande,C.,”Deposition of Metal Cholcogenide thin film by SILVER method”, Mcgram-Hill,New York 1998.

[3] K.L.Chopra, “Thin Films Phenomena”, McGraw-Hill, New York, 1969.

[4] E.Gornik, H. Heinrich, “Physics of Narrow Gab Semiconductors”, Spring verlag, Berlin Heidelberg, New York, 1981.

[5] P.K.Nair and M.T.S. Nair, Solar Cells, 22,1987 , 103-122.

[6] L.P.Deshmukh,A.B.Palwe,and V.S.Sawant, SolerEnergy Materials,20,1990,341-348.

[7] H.M.Salma,"Physical Properties of CdS Prepeared by Chamical Bath Deposition" Department of Applied Scines, University of Technology,2006.

[8] B.D.Cullity and S.R.Stock,"Elements of X-Ray Diffractio",Third edition,Prentic-Hell in united states of American,2001.

[9] D.D. O. Eya,* A.J .Ekpunobi and C.E. Okeke,” Optical properties and applications of lead oxide thin film prepared by chemical Bath deposition Technique” Department of Industrial physics, Nnamdi Azikiwe University, Awka, Nigeria.
* Department of physics, federal University of Technology, Owerri, Nigeria,2003.

[10] S.M.Sze,"Physicas of Semicoundector Devices"Secound edition,Jon Wiley Sous,New York,1981.

[11] H. Yanglong,and K. Hiroshi "PbS Cubes with Pyramidal Pits: An Example of Etching Growth", Crystal growth &design,Vol 9,No.7, 3119-3123,2009.

[12] 12. M. SIHAM and H.OMAR," Growth and Characterization of Lead-Sulfide Films Deposited on Glass Substances, Code Fizea E4, ISSN1330-0008,2001.

[13] 13. Y. Dingshan, Ch.Yujie, and L. Baojun." Fabrication and characterization of PbS/ multiwalled carbon nanotube heterostructures, Applied Physics Letters 90, 161103 ,2007.

This page was created using **Nitro PDF** trial software.
To purchase, go to http://www.nitropdf.com/

Study the Structure Properties of Semiconductor Film Multilayered

Hind Basil Al-Atraqji **Hanaa Arer Al.Kaisy**
Department of Material Engineering/ University of Technology

Abstract

In this research was study the effect of increasing the number of layers of the semiconductor films as PbS on the average grain sizes and illustrate the relationship between the increase in the average grain size and thickness of the membrane, and membrane was prepared using the easy and simple and does not need the complexity of which is that the chemical bath , and from an X-ray diffraction found that the material and the installation of a random cubic and when increasing the number of layers deposited note the emergence of a number of vertices of a substance and PbS at different levels but the level is more severe (200) as well as the value is calculated optical energy gap and found to be not affected by increase thickness and from this value can be determined the applications of semiconductor materials and elected on the basis of Article absorbed optical radiation that incident on them.

This page was created using **Nitro PDF** trial software.
To purchase, go to http://www.nitropdf.com/