

تأثير السمك على الانتقالات الألكترونية لأغشية NiO المحضرة بطريقة  
التحلل الكيميائي الحراري  
أسعد أحمد كامل سامي سلمان جواد أسامة زيد عبد

تأثير السمك على الانتقالات الألكترونية لأغشية NiO المحضرة بطريقة  
التحلل الكيميائي الحراري

أسعد أحمد كامل \* سامي سلمان جواد \*\* أسامة زيد عبد\*

\*قسم الفيزياء -كلية العلوم -جامعة ديالى

\*\*قسم الفيزياء -كلية التربية -الجامعة المستنصرية

### الخلاصة

حضرت أغشية رقيقة من أوكسيد النيكل بأسمك مختلفة على قواعد زجاجية باستخدام طريقة التحلل الكيميائي الحراري، حيث تم دراسة تأثير السمك لأوكسيد النيكل على الانتقالات الألكترونية وفجوة الطاقة.

تم حساب الأمتصاصية ضمن مدى الأطوال الموجية nm (300-900) وبأسمك مختلفة (140,180,240,280,330)nm، أذ بينت النتائج بأن الامتصاصية تقل بزيادة الطول الموجي ولجميع أغشية أوكسيد النيكل بينما تزداد الأمتصاصية بزيادة سمك الغشاء وأن فجوة الطاقة البصرية للأغشية الرقيقة تقل بزيادة السمك.

الكلمات المفتاحية: الأغشية الرقيقة لاوكسيد النيكل، تأثير السمك، طريقة التحلل الكيميائي الحراري، الانتقالات الألكترونية، فجوة الطاقة.

تأثير السمك على الانتقالات الإلكترونية لأغشية NiO المحضرة بطريقة  
التحلل الكيميائي الحراري  
أسعد أحمد كامل سامي سلمان جواد أسامة زيد عبد

## Effect of Thickness on the Electronic Transitions of NiO Thin Films Prepared by Chemical Spray Polysis

### Abstract

Thin films of NiO with different thickness have been prepared by the chemical spray pyrolysis technique. The effect of thickness on the electronic transitions for the prepared NiO thin films and energy gap have been investigated.

The absorbance were calculated in the wavelength range (300-900)nm for different thickness(140 180, 240, 280 ,330) nm, the results show that the absorbance is decrease as the wavelength increased for NiO thin films , while the absorbance increases as the thickness increases .

The optical energy gap of thin films decreased as the thickness increases.

### المقدمة

يملك أكسيد النيكل (NiO) التركيب البلوري المشابه لتركيب كلوريد الصوديوم (Na Cl) ، أي من نوع مكعب متمركز الأوجه (Fcc)، ويمتلك توصيلية كهربائية من نوع موجب (p-type) [1].

تعد الخصائص البصرية والكهربائية المتميزة لأغشية أكسيد النيكل (NiO) والتي جعلته يملك أهمية كبيرة في كثير من التطبيقات الفيزيائية مثلا في تطبيقات المواد الضديدة للفيريمغناطيسية وفي شاشات العرض المسطحة (LCD) والمتحسسات وفي صناعة الليزرات والمرشحات والطلاءات غير العاكسة وفي صناعة الأصباغ، وكذلك يمكن استخدام أغشية NiO كأقطاب كهربائية في الأجهزة البصرية الإلكترونية [2].

تعددت طرق تحضير أغشية أكسيد النيكل أذ قسمت الى قسمين :- طرق فيزيائية (كطريقة التبخير الحراري في الفراغ Vacuum Exaporation وطريقة التريذ Sputtering Method ) ، وطرق كيميائية (كطريقة الترسيب الكهربائي Electrical Deposition طريقة ترسيب بخار العنصر كيميائيا Chemical Vapor Deposition Method والتي تتضمن التحلل الكيميائي الحراري Chemical Spray Pyrolysis ) [3].

## تأثير السمك على الانتقالات الإلكترونية لأغشية NiO المحضرة بطريقة

## التحلل الكيميائي الحراري

أسعد أحمد كامل سامي سلمان جواد أسامة زيد عبد

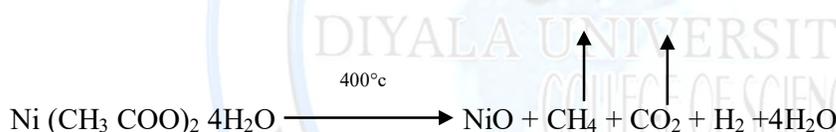
يهدف البحث الى تحضير أغشية أكسيد النيكل (NiO) بطريقة التحلل الكيميائي الحراري ودراسة تأثير السمك على بعض الخصائص البصرية المتمثلة بالامتصاصية، الانعكاسية، معامل الامتصاص، نوع الانتقال وفجوة الطاقة البصرية.

العمل التجريبي

تم تحضير أغشية أكسيد النيكل (NiO) وبأسماك منتخبة (140,180,240,280,330) nm من اذابة أسيتات النيكل المائية في 100ml من الماء المقطر وتركيز (001M) ، ولمعرفة وزن أسيتات النيكل المطلوب اذابتها في الماء المقطر تم استخدام العلاقة الآتية:-

$$M = (W_t / M_{wt}) \times [(1000/v)] \text{ -----(1)}$$

ويتم تحريك المحلول بشكل مستمر بواسطة الخلاط المغناطيسي لضمان عملية التجانس الجيد للمحلول لمدة (30 min) ، بعدها يتم ترميز المحلول بواسطة جهاز المرذاذ على القواعد الزجاجية المسخنة درجة حرارة (400°C) ، وبفعل عملية التحلل الكيميائي الحراري يتم ترسيب أغشية أكسيد النيكل وحسب المعادلة الآتية :-



أذ كانت الأغشية المحضرة ذات تجانس جيدة وشديدة الالتصاق بالقاعدة وخالية من التشققات والثقوب الأبرية، وأن الظروف الملائمة لتحضير هذه الأغشية تتلخص بما يلي:- ( درجة حرارة القاعدة 400° c ، معدل الترسيب 10 /min cm<sup>3</sup> ، ضغط الهواء 10<sup>5</sup> pa المسافة بين جهاز الترسيب والقاعدة (29±1cm) ، زمن الترميز (7s) ، والزمن بين ترميزتين متتاليتين (2min).

تم تسجيل القياسات البصرية والتي تشمل قياس طيفي الامتصاصية (Absorbance) والنفذية (Transmittance) لمدى الأطوال الموجية (300-900) nm باستخدام المطياف ذي الحزمتين (Visible) UV - 1650 UV - (Recording Spectrophotometer) Spectrophotometer الجهاز من قبل شركة (shimadzu) اليابانية ، أذ أجريت جميع القياسات في الظروف الاعتيادية للمختبر.

تأثير السمك على الانتقالات الإلكترونية لأغشية NiO المحضرة بطريقة

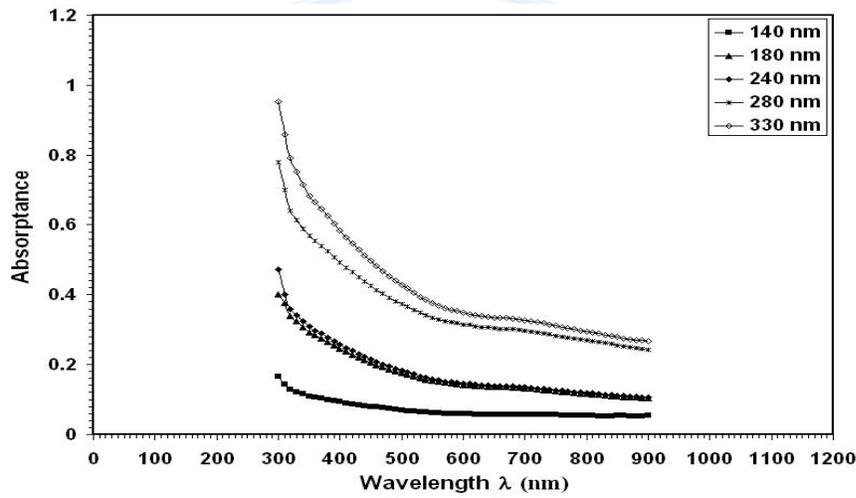
التحلل الكيميائي الحراري

أسعد أحمد كامل سامي سلمان جواد أسامة زيد عبد

### النتائج والمناقشة

#### ● الامتصاصية (A)

أجريت قياسات الامتصاصية ضمن مدى الأطوال الموجية (300-900) nm ولجميع الأغشية المحضرة ولأسماك منتخبة، ويتضح من الشكل (1) ان الامتصاصية تقل بصورة تدريجية مع زيادة الطول الموجي ولجميع الأغشية، بينما تزداد الامتصاصية مع زيادة سمك الغشاء، وهذا يدل على ان معامل الامتصاص يزداد مع زيادة السمك.



الشكل (1) : الامتصاصية كدالة للطول الموجي لأغشية اوكسيد النيكل ولأسماك مختلفة.

#### ● الانعكاسية (R)

تم حساب قيم الانعكاسية لجميع أغشية اوكسيد النيكل مختلفة السمك باستخدام المعادلة [4]:

$$R = \frac{(n_o - 1)^2 + k_o^2}{(n_o + 1)^2 + k_o^2} \dots \dots \dots (2)$$

اذ ان:

$n_o$  : معامل الانكسار.

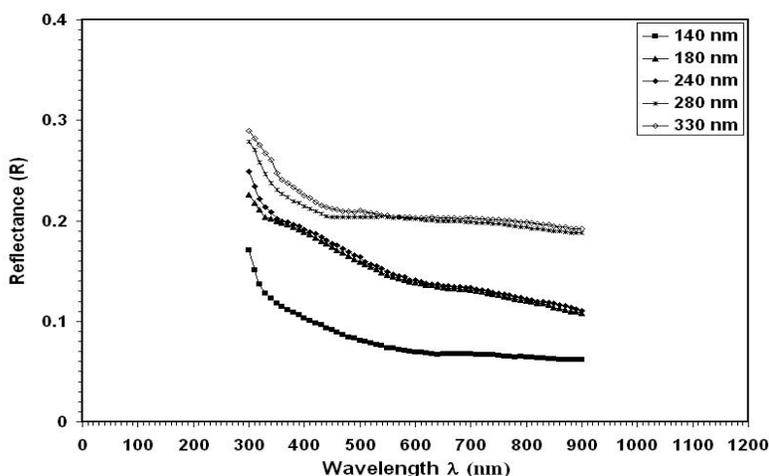
$k_o$  : معامل الخمود.

## تأثير السمك على الانتقالات الإلكترونية لأغشية NiO المحضرة بطريقة

التحلل الكيميائي الحراري

أسعد أحمد كامل سامي سلمان جواد أسامة زيد عبد

ورسنت علاقة بيانية للانعكاسية كدالة للطول الموجي كما في الشكل (2) ، وقد بينت النتائج ان الانعكاسية تقل بصورة تدريجية تبعاً لزيادة الطول الموجي ولجميع أغشية اوكسيد النيكل، بينما تزداد الانعكاسية بصورة تدريجية بزيادة سُمك الغشاء ، ان سبب ذلك يعود الى ان زيادة السمك قد اثر في التركيب البلوري لمادة الغشاء وغير في طبيعة سطوح الأغشية.



الشكل (2) : الانعكاسية كدالة للطول الموجي لأغشية أوكسيد النيكل.

## ● معامل الامتصاص :

تم حساب قيم معامل الامتصاص لجميع أغشية اوكسيد النيكل مختلفة السمك باستخدام العلاقة [5]:

$$\alpha = 2.303 A/t \dots\dots\dots(3)$$

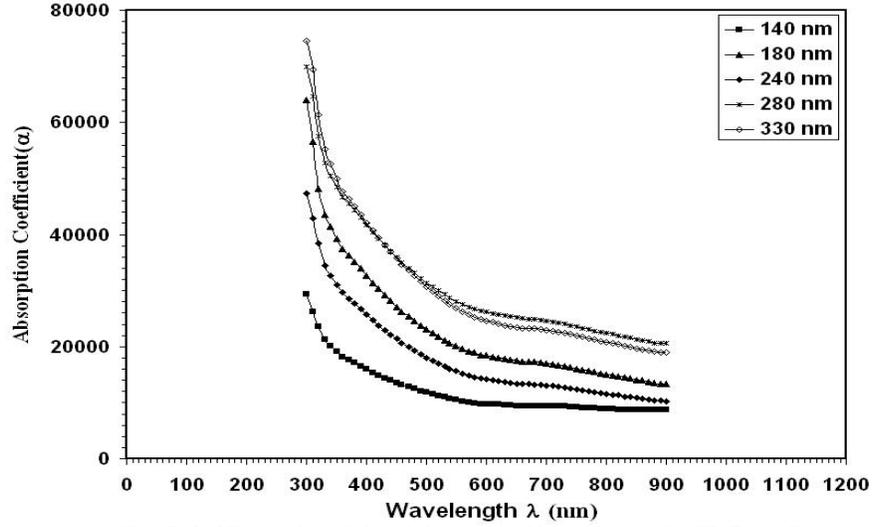
اذ أن:  $\alpha$ : معامل الامتصاص، t : سمك الغشاء

ورسنت علاقة بيانية لمعامل الامتصاص كدالة للطول الموجي كما في الشكل (3) ، وقد أظهرت النتائج ان معامل الامتصاص يتغير تبعاً لتغير التردد، فهو يعتمد على الطول الموجي اذ ان قيمة معامل الامتصاص تقل بزيادة الطول الموجي ولجميع أغشية اوكسيد النيكل بينما تزداد قيمة معامل الامتصاص بزيادة سمك الغشاء، ولوحظ ان قيم معامل الامتصاص اكبر من  $(10^4 \text{ cm}^{-1})$  عند الأطوال الموجية القليلة (طاقة الفوتون عالية) مما يرجح حدوث الانتقالات الإلكترونية المباشرة.

تأثير السمك على الانتقالات الإلكترونية لأغشية NiO المحضرة بطريقة

التحلل الكيميائي الحراري

أسعد أحمد كامل سامي سلمان جواد أسامة زيد عبد



الشكل (3): معامل الامتصاص كدالة للطول الموجي لأغشية أكسيد النيكل

● حساب قيم فجوة الطاقة للانتقال المباشر المسموح ( $E_g$ )

حُسبت قيمة فجوة الطاقة البصرية للانتقال الإلكتروني المباشر المسموح ولجميع الأغشية المحضرة باستخدام المعادلة [6]:

$$\alpha h\nu = P(h\nu - E_g)^r \dots\dots\dots (4)$$

حيث إن:  $P$ : ثابت،  $E_g$ : فجوة الطاقة البصرية،  $r$ : معامل أسّي يعتمد على نوع الانتقال،  $h$ : ثابت بلانك،  $\nu$ : التردد وعندما تكون قيمة الثابت ( $r=1/2$ ) تصبح المعادلة (1) بالشكل الآتي:

$$\alpha h\nu = P(h\nu - E_g)^{1/2} \dots\dots\dots (5)$$

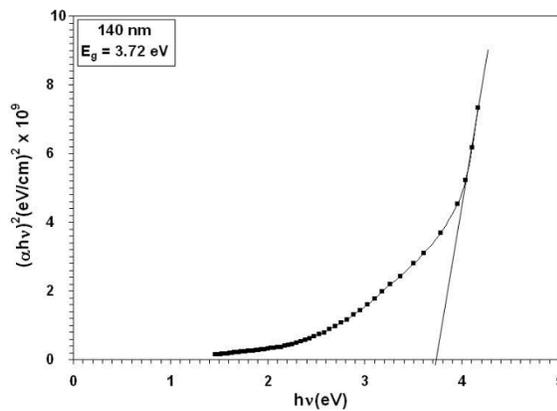
وبترتيب الطرفين نحصل على:

$$(\alpha h\nu)^2 = (\alpha E)^2 = P^2 (h\nu - E_g) \dots\dots\dots (6)$$

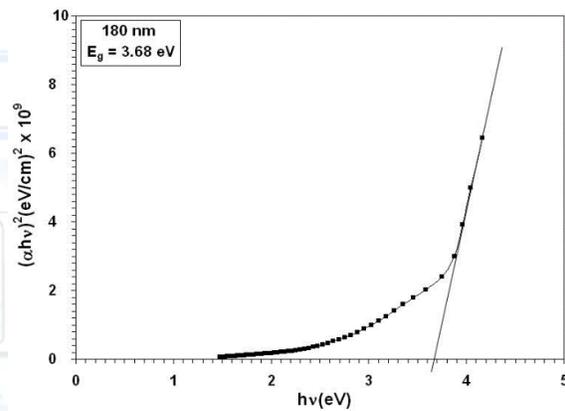
تأثير السمك على الانتقالات الألكترونية لأغشية NiO المحضرة بطريقة  
التحلل الكيميائي الحراري

أسعد أحمد كامل سامي سلمان جواد أسامة زيد عبد

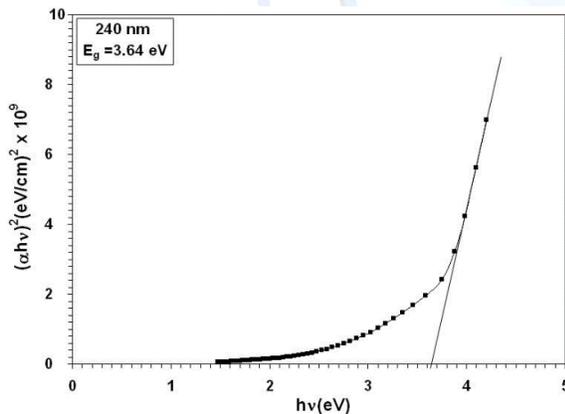
ومن خلال رسم الطرف الايسر من العلاقة (6) مع طاقة الفوتون نحصل عنى قيمة فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر المسموح لأغشية اوكسيد النيكل والتي كانت بحدود(3.72 eV) للغشاء ذي السمك (140 nm) وهي تقل مع زيادة سمك الغشاء المحضر، وكما موضح بالشكل (2 a,b,c,d,e)، وان سبب نقصان قيمة فجوة الطاقة البصرية لاغشية اوكسيد النيكل يعود الى ان معدل الحجم الحبيبي يتناقص بزيادة السمك مما يدل على نقصان تبلور الأغشية وبالتالي نقصان تركيز الحاملات وبذلك تقل فجوة الطاقة البصرية [7].



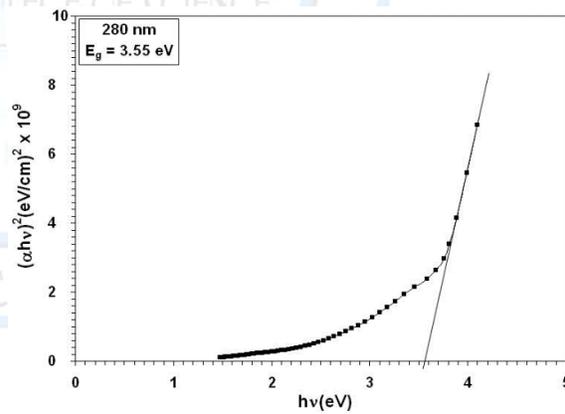
(a) NiO (t=140 nm)



(b) NiO (t=180 nm)



(c) NiO (t=240 nm)

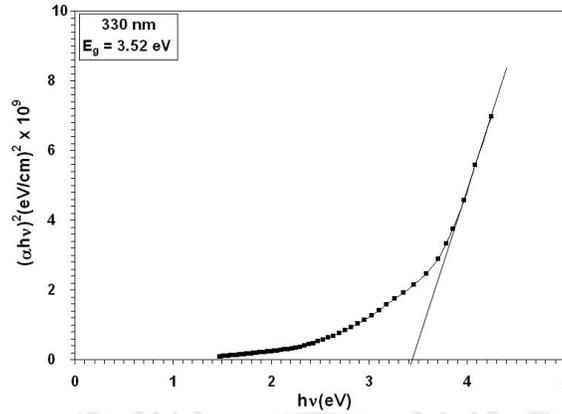


(d) NiO (t=280 nm)

تأثير السمك على الانتقالات الإلكترونية لأغشية NiO المحضرة بطريقة

التحلل الكيميائي الحراري

أسعد أحمد كامل سامي سلمان جواد أسامة زيد عبد



(e) NiO (t=330 nm)

الشكل (4): قيم فجوة اطاقة البصرية للانتقال المباشر المسموح لأغشية اوكسيد النيكل ولاسماك مختلفة.

#### ● حساب قيم طاقة ذبول أورباخ ( $\Delta E_U$ )

تم حساب طاقة ذبول أورباخ والتي تمثل عرض الحالات الموضعية المسموحة داخل فجوة الطاقة البصرية من المعادلة [8]:

$$\alpha = D \exp(h\nu/\Delta E_U) \dots\dots\dots(7)$$

حيث ان:

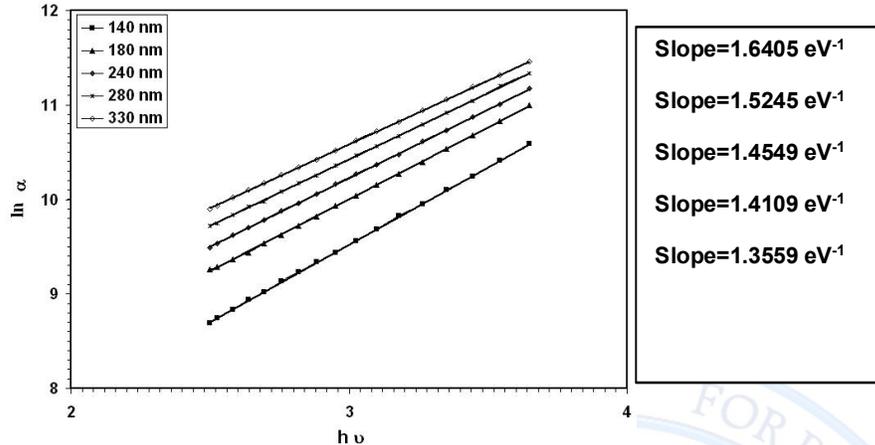
D: ثابت.

$\Delta E_U$ : طاقة ذبول أورباخ.

ويمثل مقلوب قيمة ميل الخط المستقيم للعلاقة المرسومة بين  $(\ln\alpha)$  و  $(h\nu)$  وكما في الشكل (3)، حيث وجد ان قيمة طاقة ذبول أورباخ تزداد بزيادة السمك بخلاف قيم فجوة الطاقة البصرية، ان زيادة طاقة ذبول أورباخ يدل على عرض المستويات الموضعية قد ازداد بزيادة السمك وتتفق هذه النتائج مع نتائج حيود الأشعة السينية في حساب معدل الحجم الحبيبي.

تأثير السمك على الانتقالات الألكترونية لأغشية NiO المحضرة بطريقة  
التحلل الكيميائي الحراري

أسعد أحمد كامل سامي سلمان جواد أسامة زيد عبد



الشكل (5): لوغارتيم معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون الساقط لأغشية اوكسيد النيكل ولاسماك مختلفة.

والجدول (1) يبين قيم فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر المسموح وقيم طاقة ذبول اورياخ لجميع الأغشية المحضرة.

جدول (1) : قيم فجوة الطاقة وطاقة ذبول اورياخ لجميع الأغشية المحضرة.

سمك غشاء (NiO)	الانتقال المباشر المسموح	طاقة ذبول اورياخ
t (nm)	$E_g$ (eV)	$AE_U$ (eV)
140	3.72	0.60
180	3.68	0.65
240	3.64	0.68
280	3.55	0.70
330	3.52	0.73

تأثير السمك على الانتقالات الإلكترونية لأغشية NiO المحضرة بطريقة

التحلل الكيميائي الحراري

أسعد أحمد كامل سامي سلمان جواد أسامة زيد عبد

### الاستنتاجات

1- تبين ان زيادة معامل الامتصاص هي زيادة تدريجية بطيئة عند الطاقات الواطئة لذلك يمكن أن تستخدم أغشية أكسيد النيكل كطلاءات مضادة للانعكاس ضمن الطاقات الواطئة.

2- الانتقالات الإلكترونية الناشئة عن عمليات الامتصاص الأساسية هي انتقالات من النوع المباشر المسموح، وهذا يدل على أن الأغشية المحضرة ذات فجوة طاقة مباشرة.

3- نستنتج من خلال نتائج حساب الانتقالات الإلكترونية بأن المادة بزيادة السمك أصبحت أكثر تبلورا.

### المصادر

1. F. saadati ,A. R. Grayli and H. savaloni, "Dependence of the optical properties of NiO thin films thickness and nano- structure", p. 22-26 (2010).
2. A. M. Bakry and S-A Mahmoud., "Effect of substrate Temperatur on the optical dispersion of sprayed nickel oxide thin films", (2010).
3. K. L. chopra, "Thin film phenomena", Mc0 Graw- Hill, New York , (1985).
4. J.I pankove , "Optical processes in semiconductors" , prentice – Hall , N . J , ( 1971) .
5. Willian C. Dickinson, paul N. Cheremisionoff, solar Energy Techology ", Handbook part A, (1980 ) 498 .
6. J. Tauc, "amorphous and liquid semiconductors", plenum press, London, N .Y., (1974).
7. F. Nagles, "Electronic Transport In Amorphous semiconductors", (1979).
8. N. F. Mott and E. A. Davis., "Electronic processes in non- crystalline materials", 2<sup>nd</sup> Ed ,clarendon press , (1979).