

## تأثير التطعيم بالنيكل على بعض الخواص البصرية لأغشية كبريتيد الكادميوم

هاني هادي احمد<sup>١</sup>، كاظم عبد الواحد عادم<sup>٢</sup><sup>١</sup> قسم علوم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة تكريت، تكريت، العراق<sup>٢</sup> قسم علوم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة بغداد، بغداد، العراق

( تاريخ الاستلام: ٤ / ٩ / ٢٠٠٧، تاريخ القبول: ٢٩ / ١٠ / ٢٠٠٧ )

## المخلص

تم في هذا البحث دراسة تأثير التطعيم بالنيكل على بعض الخواص البصرية لأغشية كبريتيد الكادميوم (CdS) الرقيقة المحضرة بطريقة التبخير الحراري المشترك بسمك (1µm). تضمنت دراسة الخواص البصرية تسجيل طيف الامتصاصية للأطوال الموجية (400-1000)nm وحساب معامل الامتصاص وفجوة الطاقة المباشرة قبل التطعيم وبعد التطعيم، وأظهرت النتائج إن التطعيم أدى الى زيادة قيم معامل الامتصاص، وحصول تقلص في قيمة فجوة الطاقة، وتشكيل مستويات طاقة إضافية ضمن فجوة الطاقة.

## المقدمة

ولها القابلية على التوصيل الكهربائي عندما ترتفع درجة حرارتها الى حد معين. إن دراسة خواص أية مادة على شكل أغشية رقيقة كما هو معروف من المواضيع المهمة جداً، إذ إن المادة عندما تكون بشكل غشاء رقيق تمتلك استعمالات وتطبيقات في العلوم والصناعات كافة لاسيما أن علم الإلكترونيات الحديث يقوم الآن على استعمال المادة بشكل أغشية رقيقة وخاصة في الدوائر الكهربائية المتكاملة والحاسبة وفي الخلايا الشمسية والضوئية، ومع ذلك استخدمت لإزالة تأثير الغيوم في مجابهة الطيارين في الحرب العالمية الثانية، واستمرت بحوث مكثفة وموسعة للتعرف على خواص المواد شبه الموصلة وتركيبها وبنائها ( البلوري ) وإمكانية الاستفادة القصوى منها عملياً، وأثمرت هذه البحوث عن تصنيع المقومات ( Rectifiers ) عام 1886 والثنائيات ( Diode ) والثنائيات الضوئية ( Photodiode ) والترانستور عام 1946<sup>(٧)</sup>. واستنتج الباحثون أن ضوء الشمس يمكن أن يحول مباشرة إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية. وقد صنعت أول خلية شمسية من الأغشية الرقيقة من (CuS,CdS) ويكفاءة تحويل ( ١% ) على أيدي العالم Shirland وجماعته عام 1954<sup>(٨)</sup>.

تعرف عملية التطعيم أو التشويب بأنها إضافة متعمدة لشوائب معينة إلى أشباه الموصلات النقية، هذه الشوائب تعمل على السيطرة على الصفات الكهربائية لأشباه الموصلات عند الاتزان الترموديناميكي، و تكون كثافة الإلكترونات في حزمة التوصيل مساوية لكثافة الفجوات في حزمة التكافؤ بالنسبة لموصل تام النقاوة ذي التركيب البلوري المثالي. و وجد انه بإضافة بعض الشوائب إلى أشباه الموصلات فإنها تعمل على زيادة معامل التوصيل الكهربائي للمادة وعلى ظهور نوع واحد من حاملات الشحنة وتساؤل أو اختفاء النوع الآخر، فعلى سبيل المثال يتم تطعيم السليكون أو الجرمانيوم ( Ge ) من المجموعة الثالثة للجدول الدوري مثل البورون والألمنيوم أو الكالسيوم أو الانديوم، أو يكون التطعيم بذرات من المجموعة الخامسة للجدول الدوري كالفسفور أو الزرنيخ أو الانتيومون فإذا كان التطعيم من المجموعة الخامسة فيطلق على شبه الموصل الذي يحتوي على ذرات

المجموعة الخامسة بالنوع السالب (N -type) والعناصر المانحة ( Doner )، أما إذا كان التطعيم للسليكون من عناصر ذرات المجموعة الثالثة فتسمى بالعناصر القابلة ( Acceptors )<sup>(٩)</sup>. إن الشوائب

يستخدم مصطلح الأغشية الرقيقة لوصف طبقة أو طبقات عديدة (Layers) من ذرات المادة لا يتعدى سمكها مايكرومتر واحد أو عدة نانومترات، ولأنها رقيقة وهشة (سهلة الكسر) يجب ترسيبها على مادة صلبة مثل الزجاج أو السليكون أو بعض الأملاح أو البوليميرات، تمتلك الأغشية الرقيقة خصائص ومميزات لا تكون متوفرة في تراكيب المواد الأخرى، فحقيقة سمكها المتناهي في الصغر وكبر نسبة السطح إلى الحجم منحنتها تركيباً فيزيائياً "فريداً" يضاهاى تركيب أحادية البلورة أحياناً"<sup>(١)</sup> ويفوقها أحياناً" أخرى، وتتمتع الأغشية بخصائص فيزيائية تختلف عن خصائص المواد المكونة لها وهي في حالتها الجمية (Bulk)<sup>(٢)</sup>. حضيت دراسة الأغشية الرقيقة باهتمام الفيزيائيين منذ أكثر من قرن ونصف تقريباً" ابتداء من عام (1838) إذ حضر أول غشاء رقيق صلب بطريقة التحليل الكهربائي (Electrolysis)<sup>(٣)</sup> وفي سنة (1852) حضر كل من بنزن وكروف (Bunsen and Grove) أغشية رقيقة معدنية باستخدام التفاعل الكيمائي (Chemical Reaction) وتقنية الترنيذ بالتفريغ التوهجي (Glow Discharge Sputteration) ومروراً" بعام 1957 تمكن العالم فارادي من الحصول على غشاء معدني رقيق بتقنية التبخير الحراري (Thermal Evaporation) وذلك بإمرار تيار كهربائي في سلك معدني وتسخينه إلى الدرجة التي يتبخر بها، وفي عام 1876 قام (Adams) بتحضير أغشية رقيقة ملاصقة لطبقة البلاتينيوم ودراسة خواصها البصرية والكهربائية<sup>(٢)</sup>، وفي عام (1887) توصل العالم (نارولد) إلى إمكانية تبخير المعادن باستخدام تقنية التبخير الحراري في الفراغ، عن طريق تسخين سلك من البلاتينيوم، وفي عام (1888) قام العالم كنت (Kenet) بتحضير أغشية رقيقة من المعادن ودرس معامل الانكسار لها<sup>(٤)</sup>، وعلى مر السنوات طور العلماء تقنيات تحضير الأغشية الرقيقة مثل التبخير الثنائي في الفراغ الذي اكتشف من قبل العالم (هوكارت)<sup>(٥)</sup>. تقدمت دراسة الجانب العملي للأغشية الرقيقة من خلال قياسات كل من (Jamin) و (Fizea) و (uink) (Q) والجانب النظري من قبل العالم (Drude) وبذلك حققت هذه البحوث قفزة سريعة في مجال الأغشية الرقيقة<sup>(٦)</sup>.

إن جميع الأجهزة الإلكترونية الحديثة تعتمد اعتماداً كلياً " في عملها على مواد ذات خصائص فيزيائية وكيميائية خاصة بالمواد شبه الموصلة التي تمتلك خواص العوازل عند درجات الحرارة المنخفضة (الصفير المطلق)

## 2- عملية التطعيم:

اعتمدت طريقة التبخير الحراري المشترك بأستخدام نفس المنظومة (Edwards 306) في تحضير أغشية كبريتيد الكاديوم CdS المطعمة بالنيكل Ni بنسبة تطعيم 5% بأستخدام حويصين في أن واحد أحدهما من المولبدنيوم ( $M_0$ ) لتبخير CdS وأخر من التكتستن لتبخير Ni. وقد تم ترسيب جميع الأغشية في حيز ذي فراغ عالي بحدود ( $10^{-6}$  mbar) على أساس ذي درجة حرارة مساوية لدرجة حرارة المختبر بسمك ( $1\mu\text{m}$ ) ولغرض التعرف على طرائق تحضير الأغشية بشكل تفصيلي وكذلك الأجهزة المستخدمة يمكن الرجوع الى المصدر<sup>(9)</sup>.

## 3- القياسات البصرية Optical measurement

أجريت القياسات البصرية للأغشية المحضرة للمركب CdS قبل وبعد التطعيم بأستخدام جهاز المطياف (Spectrophotometer) المجهز من قبل شركة (Perkin-Elmer) ذو المدى الطيفي (200-320nm) من خلال قياس الامتصاصية (A) كدالة للطول الموجي ( $\lambda$ ) وبعد الحصول على الامتصاصية المقابلة للأطوال الموجية تم حساب معامل الامتصاص بأستخدام العلاقة الآتية<sup>(9,11,14)</sup>.

حيث ان:

$$\alpha (\text{cm})^{-1} = 2.303 \frac{A}{d} \dots\dots\dots (1)$$

A: الامتصاصية ، d: سمك الغشاء المحضر ( $1\mu\text{m}$ ).

تم حساب فجوة الطاقة الممنوعة ( وهي اقصر مسافة عمودية بين قصر حزمة التوصيل وقصر حزمة التكافؤ) من العلاقة الآتية<sup>(14,15)</sup>:

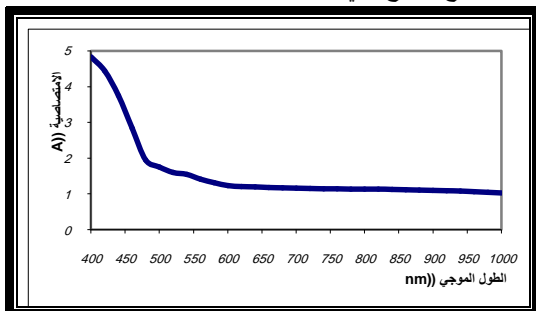
$$\alpha h\nu = B(h\nu - E_g)^2 \dots\dots\dots (2)$$

حيث أن: B وهي كمية ثابتة و  $h\nu$  طاقة الفوتون الساقط أن العامل ( $\lambda$ ) يختلف حسب نوع الانتقالات الحاصلة فتكون قيمته مساوية (1/2) للانتقالات المباشرة المسموحة (العمودية) و (3/2) للانتقالات المباشرة الممنوعة.

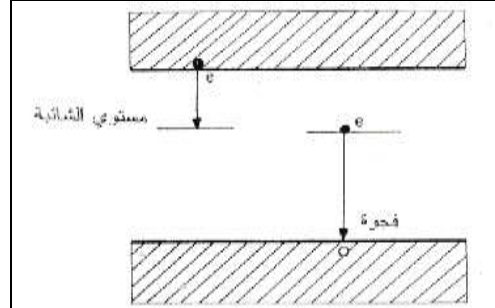
## النتائج والمناقشة

### 1- الخواص البصرية

تضمنت نتائج الخواص البصرية تسجيل طيف الامتصاصية (Absorbance) دالة للطول الموجي ضمن المنطقة (400-1000nm)، يوضح الشكل (3) طيف الامتصاصية قبل التطعيم حيث نلاحظ أن حافة الامتصاص التي تمثل الحد الفاصل بين المنطقة التي يكون فيها امتصاص الضوء عالي والمنطقة التي يكون فيها امتصاص الضوء قليل تقع عند الطول الموجي 510nm وتشير هذه النتيجة إن حافة الامتصاص تمثل صفة خاصة بالمادة غير معتمدة على طريقة التحضير وان هذه النتيجة توافق مع النتائج التي حصل عليها باحثون آخرون<sup>(11,14)</sup>.



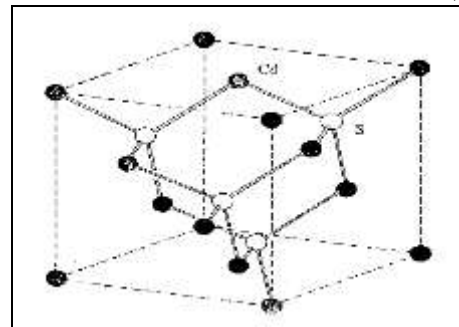
( Impurities ) والعيوب (Defects) في أشباه الموصلات تحدث مستويات طاقة مسموحة في الفجوة الممنوعة وهذه المستويات تسبب عملية إعادة الاتحاد ذات المرحلتين حيث يسترخي الإلكترون في حزمة التوصيل الى العيوب ويستمر في الاسترخاء الى ان يصل إلى حزمة التكافؤ ويتحد مع الفجوة فتتلاشى كما مبين في الشكل (1)<sup>(10,11)</sup>.



الشكل (1) يوضح عملية إعادة الاتحاد ذات المرحلتين خلال مستوي

القنص ضمن الفجوة المحظورة لشبه موصل<sup>(11)</sup>.

تعتبر مادة كبريتيد الكاديوم من عناصر المجموعة الثانية- السادسة ( II-VI ) من الجدول الدوري ويكون التركيب البلوري لهذه المادة من النوع السداسي ( Hexagonal ) أو نوع المكعب والذي يشبه تركيب الماس ( Diamond ) كما موضح في الشكل (2)<sup>(12)</sup>. وتكون وحدة الخلية من النوع المتمركز الواجه ( F.C.C ) إذ يحاط كل ايون كبريت بأربعة أيونات كاديوم بمسافات متساوية مكونة هيكلأ رباعياً منتظماً ومركزه أيون الكبريت، أما الأصرة التي تربط بين أيونات الكبريتيد والكاديوم هي أصرة تساهمية ناتجة عن اشتراك إلكترونين بين ذرة الكاديوم والكبريت، تمتلك مادة ( CdS ) لونا برتقالياً مصفراً وهي طبقة شفافة ولها تركيب متعدد التبلور ( Polycrystalline ) وتمتلك فجوة طاقة ( Energy gap ) مقدارها ( 2.4eV )<sup>(13)</sup>.

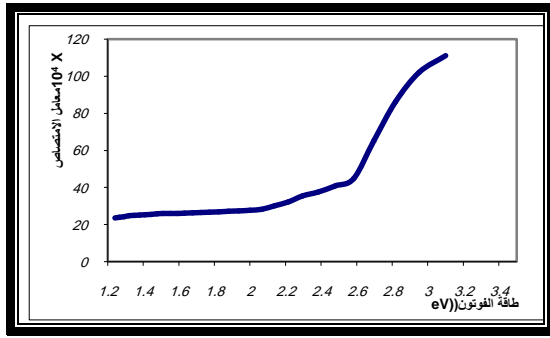


شكل (2) التركيب البلوري لمادة كبريتيد الكاديوم<sup>(13)</sup>.

## الجزء العملي

### 1- تحضير أغشية كبريتيد الكاديوم CdS

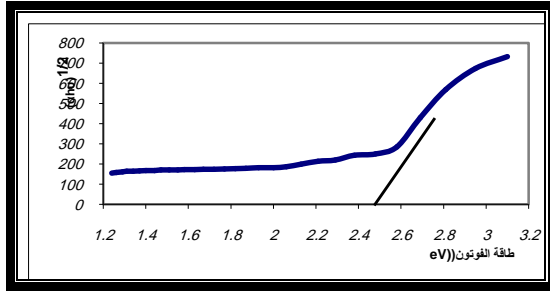
حضرت الأغشية الرقيقة للمركب CdS النقي بطريقة التبخير الحراري بواسطة وحدة التبخير (Edwards 306) بأستخدام حويص واحد من المولبدنيوم ( $M_0$ ). وقد تم ترسيب جميع أغشية CdS النقية في حيز ذي فراغ عالي بحدود ( $10^{-6}$  mbar) على أساس ذي درجة حرارة مساوية لدرجة حرارة المختبر بسمك ( $1\mu\text{m}$ ) ولغرض التعرف على طرائق تحضير الأغشية بشكل تفصيلي وكذلك الأجهزة المستخدمة يمكن الرجوع إلى المصدر<sup>(11)</sup>.



شكل (٦) معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون لغشاء (CdS) المطعم بالنيكل.

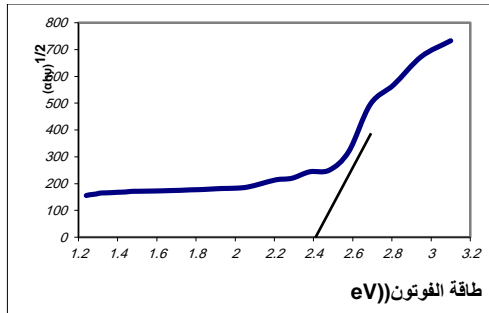
### 3- فجوة الطاقة

تم حساب فجوة الطاقة الممنوعة ( $E_g$ ) للانتقال المباشر المسموح لأغشية CdS النقية بحدود  $2.42 \text{ eV}$  قبل التطعيم باستخدام المعادلة (2) من العلاقة  $(\alpha h\nu)^{1/2}$  دالة لطاقة الفوتون وبأخذ مماس للخط المستقيم عندما  $(\alpha h\nu)^{1/2} = 0$  كما في الشكل (7) وهذه النتيجة تتفق مع نتائج المصادر والبحوث المنشورة ضمن تقنيات تحضير مختلفة<sup>(١٦)</sup>.



شكل (٧) فجوة الطاقة المباشرة لغشاء CdS النقي .

أما بعد التطعيم الشكل (8) لوحظ حصول تقلص في فجوة الطاقة المباشرة أصبحت  $2.36 \text{ eV}$  ، كذلك التطعيم يؤدي الى إضافة مستويات قابلة في فجوة الطاقة. وعند مقارنة النتيجة مع دراسات سابقة، حيث لاحظ الباحث<sup>(١٦)</sup> التطعيم بالنحاس لا يؤثر على قيمة فجوة الطاقة، وحصل الباحث<sup>(١٧)</sup> على تغير قليل من  $2.42 \text{ eV}$  الى  $2.35 \text{ eV}$  عند التطعيم بعنصر اليثيوم، وتوافقت مع ما حصل عليه الباحث<sup>(١٨)</sup> عند التطعيم بالانديوم. أما الباحث<sup>(١٩)</sup> فقد حصل على تناقص في قيمة فجوة الطاقة عند التطعيم بعنصر الانتيوم، وقد حصل الباحث<sup>(٢٠)</sup> على تغير قليل بقيم فجوة الطاقة عند التطعيم بعنصر الخارصين، ولاحظ الباحث<sup>(٢١)</sup> تأثير نسب التطعيم بالنحاس على فجوة الطاقة.



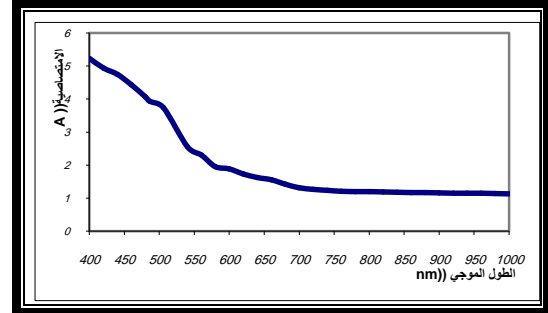
شكل (٨) فجوة الطاقة المباشرة لغشاء CdS المطعم بالنيكل .

### الاستنتاجات

إن التطعيم بالنيكل أدى إلى:

### شكل (3) الامتصاصية دالة للطول الموجي لغشاء CdS النقي.

أما الشكل (4) فيوضح طيف الامتصاصية دالة للطول الموجي بعد التطعيم حيث نلاحظ ان حافة الامتصاص الأساسية تقع ايضا في المنطقة المرئية من الطيف الكهرومغناطيسي وهي محصورة بين (510-580) nm أي أنها تزحف نحو الأطوال الموجية الطويلة.

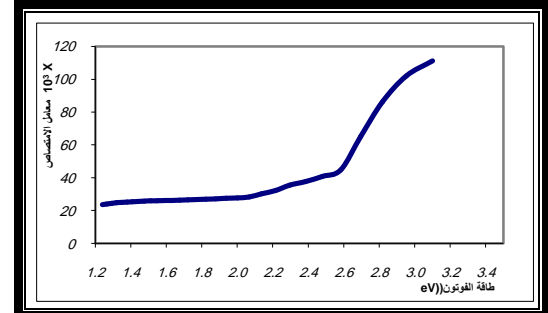


شكل (4) الامتصاصية دالة للطول الموجي لغشاء CdS المطعم بالنيكل.

### 2- معامل الامتصاص

تم دراسة تغير معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون لأغشية (CdS) قبل التطعيم بالنيكل ومن الشكل (5) نلاحظ:

- ١- يمتلك كبريتيد الكاديوم قبل التطعيم معامل الامتصاص عال يصل مدها إلى  $(10^3 \text{ cm}^{-1})$  عند الطاقات الفوتونية العالية التي يصل مداها إلى  $2.48 \text{ eV}$  مما يرجح احتمالية حصول انتقالات الكترونية مباشرة ضمن هذا المدى من الطاقات .
- ٢- تزداد قيم معامل الامتصاص بشكل سريع عند الطاقات الفوتونية العالية ضمن المدى  $215-248 \text{ eV}$  مما يساعد على تحديد منطقة الامتصاص الأساسية وبالتالي تحديد قيمة فجوة الطاقة الممنوعة .



شكل (5) معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون لغشاء (CdS) النقي.

أما بعد التطعيم بالنيكل يلاحظ ما يأتي من الشكل (6):

- ١- ان معامل الامتصاص يزداد بحيث يصل مدها إلى  $(10^4 \text{ cm}^{-1})$  لمدى الطاقات الفوتونية العالية  $1.4-2.43 \text{ eV}$  مما يدل على حصول انتقالات الكترونية مباشرة ضمن هذا المدى من الطاقات .
- ٢- إن التطعيم قد أدى إلى تغير قليل في حافة الامتصاص الأساسية حيث نلاحظ إنها زحفت نحو الطاقات الواطئة أو نحو الأطوال الموجية العالية .

٣- حصول تقلص في فجوة الطاقة المباشرة الى إضافة مستويات قابلة في فجوة الطاقة.

19-L.P.Deshmmukh, S.G. Holikatti, B.M. More," materials chemistry and physics", Vol.39, p278 -283, (1995).

٢٠- سعاد علي لبطحي، "دراسة الخواص والبصرية لأغشية ZnS و CdS ومزيجها المحضرة بطريقة الرش الكيماوي"، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة البصرة (1988).

2١-S.K.K. Al. Ani, "Fabrication and study of the elect optical properties of CdS: Cu detector by spray pyrolysis technique" M. Sc. Thesis, College of education for woman, Baghdad University,(1997).

١- تغير قليل في حافة الامتصاص الأساسية حيث نلاحظ إنها زحفت نحو الطاقات الواطئة أو نحو الأطوال الموجية العالية .  
٢- زيادة معامل الامتصاص بحيث يصل مداه إلى  $(10^4 \text{cm}^{-1})$  .

#### المصادر :

١- C.A. Neugebaur et al , "Structure and Properties of Thin Films", John Wiley & Sons Inc., New York, (1959).

٢- K.L. Chopra, "Thin Film Phenomena's Technology", Mc. Graw- Hill Comp, New York , (19٩0) .

٣- J.G. Simmons, "Conduction in Thin Dielectric Film", J. Appl. Phys, Vol.4,P:613-630, (1971).

4-F.Sh.Hasham,M.N.Makadsi.,N.P.Hassan,"The effect of doping on the structural and electrical Properties of CdSe then films" Sci.J.Iraqi Atomic Energy Commission, Vol.2,No.2,P.26,(2000).

5- C.A. Hogart & L.A. Wright. Proceeding of International , Conference of Physic of Semiconductors , Moscow , P:213, (1968).

6-H.G. Roshid , "Design and Optimization of Thin Films Optical Filters with Applications in The Visible and Infrared Region", Ph.D, Thesis Al- Mustansiriya University, (1996).

7- R.A. Smith, "Semiconductors", 2nd Edition, (Cambridge University press), (1987).

8- F.A.Shirland , "Solar Cells", edited by Bachus C,E. IEFF press New York , p:36, (1976).

9- صابر جاسم محمد المهدي، "دراسة الخواص التركيبية والبصرية لغشاء مادة (PbS) ولغشاء مادة (ZnS)", رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية التربية، جامعة تكريت، (2006) .

10- M. A. Green ,Y.M. Hussan," Solar Cells" Translated to Arabic, (1989).

11- H.H.Ahmed," Interaction of CW CO<sub>2</sub> Laser Ray with Semiconductor Materials " M.Sc. Thesis , College of education, Tikrit University,(2004).

12- S.M. Sze, "Semiconductors Devices Physical on Technology Trans lalod to Arabic by F.G Hayaty and H.A. Ahmed, Baghdad, ( 1990).

13- C.Kittel, "Introduction to Solid State Physics "6<sup>th</sup> edition , P. ( 25 - 27 ), (1976).

١٤- نهال عبد الله عبد الوهاب الكيم " معالجة النبضات الليزرية باستخدام كاشف (CdS) المطعم بالنحاس " رسالة ماجستير ، كلية العلوم ، جامعة بابل، (١٩٩٩) .

15- S .M.Sze , "Physics of Semiconductor devices " 2<sup>nd</sup> edition, John wiely and sons, New York, 1981 .

١٦- هيفاء عبد النبي , " دراسة الخواص البصرية والأنقالات الالكترونية لأغشية ( CdS:Cu ) المحضرة بطريقة الرش الكيماوي الحراري "، رسالة ماجستير،كلية العلوم ، جامعة البصرة ( 1989 ) .

1٧-S.N. Sahu and. Chandra," Solar Cells", Vol.12.(1987).

١٨- غسان صليوة " دراسة الخواص الكهربائية والضوئية لاغشية CdS و CdS:In المحضرة بطريقة الرش الكيماوي الحراري "، رسالة ماجستير،كلية العلوم ، جامعة البصرة (1990).

## The effect of doping by Ni on optical properties of CdS thin films

Hani H. Ahmed<sup>1</sup>, K.A. Adem<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Physics science department , College of science , University of Tikret , Tikret , Iraq

<sup>2</sup> Physics science department , College of science , University of Baghdad , Baghdad , Iraq.

( Received 4 / 9 / 2007 , Accepted 29 / 10 / 2007 )

### Abstract :

In this research study the effect of doping by Ni on optical properties of CdS thin films of (1) $\mu$ m thickness has been prepared by heat evaporation method .optical properties were include recording of absorbance spectra for prepared films in the range of (400-1000) nm wave lengths, the absorption coefficient and the energy gap were calculated before and after doping, finally the doping affected (CdS) thin films by decrease the value absorption coefficient and increase the energy gap, also the energy level produced as a result the doping.