مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية
المجلد ٤ - العدد ٣ من ٨٥ إلى ٨٨

ذي القعدة ١٤٠١هـ
ايلول ١٩٨١م

دراسة بنية عصابات الطاقة للسبيكة الثلاثية $Ga_{A-n}\ Al_n\ Sb$

الدكتور عدنان زين الدين
كلية العلوم

دراسة بنية عصابات الطاقة للسبيكة الثلاثية $Ga_{A-n}\ Al_n\ Sb$

في السنوات الأخيرة وأمام الحاجة الماسة للصمامات الضوئية في الاستخدامات الصناعية المتقدمة ، دعت الحاجة الى دراسة السبائك التي تدخل في تركيب وصناعة هذه الصمامات الضوئية .

ولقد أثبتت الصمامات الضوئية التي يدخل في تركيبها السبيكة الثلاثية GaAlSb فعاليتها ومردودها المثالي وأعطت فعلاً دورها المتوقع ولمرتقب لمواكبة التقدم الصناعي .

وفي فترة قريبة (1979) أكثر من مركز للأبحاث العالمية مثل :

- Les centses de secherche de Rockwell International.

- Nipon Telegraph Telephone.

أظهرت الحاجة الماسة لاستخدام هذه السبائك كمركبات أساسية تدخل في صناعة الخلايا الضوئية وكذلك استخداماتها الواسعة في اللايزر ذور المركبات الثنائية وأيضاً في الملتقطات الضوئية الحساسة ذات الانبهار الكهربائي ضمن المجال (1,3- 1,6) ميكرون .

ولكن تبقى تطبيقات هذه السبائك غير جلية اذا لم تجري الدراسة الكاملة لبنية عصابات الطاقة لهذه المركبات ، وهذه الدراسة تتم بأكثر من طريقة تقنية تحددها النسبة في هذه السبيكة .

فالتقنية الضاغطة المنتقلة والتقنية الضاغطة العاكسة فقط لا تفيا بالغرض لأن عامل الانتقال ($\frac{DR}{R}$ و $\frac{DT}{T}$) يكون معدوماً بعد طاقة الانتقال . اذاً هاتان الطريقتان لا تفيا بالغرض وهو تقديم دراسة كاملة لبنية عصابات الطاقة لهذه السبائك وانطلاقاً من النتائج التي توصل اليها أكثر من باحث في مجال اختبار الطرق وفقاً للانتقالات المتوقعة ، نجد أن العتبة المباشرة تظهر ويتم قياسها في استخدام الطريقة التقنية الضاغطة العاكسة أما في حالة العتبة الغير مباشرة فان التقنية الضاغطة المتنقلة تظهر بوضوح معلومات أساسية عن بنية عصابات الطاقة للمركبات غيرالمباشرة .

ولكن نظراً الى أن هاتين الطريقتين اللتين لم تعطيا دراسة كاملة لهذه السبائك قمنا باتباع تقنية أخرى كان قد وجدها العالم الألماني الشهير Aspnes وهي الطريقة التقنية الكهراعاكسة (elechoreflescion) هذه الطريقة ربما تكون صعبة التطبيق وخاصة في حالتنا هذه على مركبات Ga AlSb نظراً لوجود الألمنيوم الذي يتأكسد أثناء معادلة العينات وتنقيتها من الشوائب وأيضاً يجب صنع حاجز شودتكي (Schottky) وذلك بتبخير طبقة رقيقة من معدن

Cu_2S على الوجه الأول من العينة وهذه الطبقة تسمح بمرور الفوتونات وكذلك يجب وضع نقطتي نحاس على وجهي العينة وذلك بصهر قطع صغيرة من الألمنيوم في فرن خاص معزول تماماً ويمر فيه غاز الهيدروجين وحمض كلور الماء ، وتتم عمليات الصهر في درجات عالية جداً من الحرارة .

وباستخدامنا هذه الطريقة وبالطبع فان التعديل يتم بواسطة تطبيق حقل كهربائي ولقد استطعنا الحصول على نتائج كانت جيدة ونبدأ في بداية السبيكة الثلاثية عندما $x = 0$ يكون لدينا نصف الناقل Ga Sb هذا العنصر الذي كان يعتبر سابقاً مباشراً ولم يلاحظ أي انتقال غير مباشر وبفضل هذه الطريقة استطعنا قياس وتحديد الانتقال غير المباشر E4 في الاتجاه4 وتم قياسه في درجة الحرارة العادية وفي درجات الحرارة المنخفضة حتى درجة حرارة الهليوم السائل (4K) مما أدى الى حساب عامله الحراري بدقة متناهية فوجدنا أن :

$$\frac{dE_t}{dT} = -5{,}3 \times 10^{-4} \text{ ev/k}$$

وهذه الطريقة تمتاز بدقتها وبمنحنياتها البيانية الدقيقة .

أما بالنسبة الى نهاية السبيكة أي من أجل $x = 1$ حيث يكون لدينا نصف الناقل Al Sb وهو يحتوي على نسبة كبيرة من الألمنيوم فاننا بتطبيق هذه الطريقة بعد أن نحقق حاجز شودتكي ، وهنا لا بد أن ننوه الى الصعوبة التي تواجهنا للحصول سواء على الطبقة الرقيقة من الـ Cu_2S وكذلك نقطتي التماس الأوميكية (نسبة الى أوم) نظراً للتأكسد السريع لهذه العناصر ويجب تنقيتها وكذلك تحضيرها في جو مشبع بغاز الهيدروجين .

أما النتائج التي حصلنا عليها فهي ممتازة وجيدة وتعتبر الاولى من نوعها ففي عام1964 قام العالم M. Coudona بحساب طاقة الانتقال المباشر في درجة الحرارة العادية فقط فلقد استخدم الشمع السائل لعزل عينته وهذا ما عذر عليه اجراء قياساته في درجات الحرارة المنخفضة .

أما من جهتنا وبفضل ما بيناه سابقاً فقد قمنا بقياس طاقة الانتقال المباشر و غير المباشر .

فلقد قمنا بملاحظة وقياس الانتقال غير المباشر $En(\Gamma_{8v} \longrightarrow X_{6c})$ وهذا الانتقال المصحوب بالفوتون يسمح لنا أن ندقق بدقة قيم الطاقة لكل فوتون ممتص أو مُرْسَل وبنفس الوقت بتغيير درجات الحرارة نستطيع أن نتتبع قيم طاقاتها المختلفة وكذلك نقيس عاملها الحراري فنجد :

$$\frac{dE_X}{dT} = -3,05 \times 10^{-4} ev/k$$

أما ما يخص الانتقال المباشر Eo فنجد قيمته في مختلف درجات الحرارة وكذلك فإننا نجد الانتقال $Eo + \Delta o$ الذي كان سابقاً متوقعاً فقط ومحسوباً نظرياً فاننا بالاعتماد على هذه الطريقة التي تسمح لنا بمشاهدته وقياسه لنعطي أول قيمة مخبرية له وهذا ما يمكننا من قياس Δo وهي قيمة طاقة الانفكاك للسبين المداري وكذلك لا بد أن ننوه على قياس الانتقال غير المباشر $E\Gamma_1$ في الاتجاه Γ_1 وهذه النتيجة تعتبر جديدة أيضاً .

كل ما سبق نستطيع أن نضيفه الى النتائج التي حصلنا عليها بدراسة السبيكة الثلاثية $Ga_{A-n}AlnSb$ من أجل قيم لـ x واقعة في المجال $o < x < 1$ نكون بهذا قد حصلنا على قيم الانتقالات الثلاث لبنية عصابات الطاقة للسبيكة الثلاثية $Ga_{A-n}AlnSb$ وبنفس الوقت نستطيع ان نحدد بدقة العتبة الأساسية للامتصاص ونجد أنها تغرى الى :

- الانتقال المباشر Eo من أجل $0,16$ x حيث تكون طاقة هذا الانتقال محصورة بين القيمتين 0^e73ev و $0,92ev$.
- الانتقال الغير مباشر EL في الاتجاه L من أجل $0,16 < x < 0,48$.
- الانتقال غير المباشر Ex في الاتجاه X من أجل $x > 0,48$.

بهذا نكون قد قدمنا دراسة كاملة لسوية طاقة الناقلية لهذه السبيكة الثلاثية ونترك الخيار لمراكز الأبحاث وللشركات الكبرى التي تحاول استخدام هذه السبائك في صناعة صماماتها الضوئية .