الخصائص شبه الموصلة لبعض البلورات من النظام الثنائي $M_2^{III}X_3^{VI}$

إعداد

المحاضرة / عفاف محمد إبراهيم بابعير

شغلت المركبات الثنائية الشالكوجنيدية من المجموعة الثالثة والسادسة من الجدول الدوري اهتمام كثير من الباحثين في الأونة الأخيرة . كما أن المركبات الثنائية الشالكوجنيدية وعلى الأخص المركبين ثنائي الجاليوم – ثلاثي التيليريوم وثنائي الإنديوم– ثلاثي السيلينيوم لفتت أنظار كثير من الدارسين للبحث عن مواد شبه موصلة جديدة ذات خصائص مميزة وصفات محسنة ، لذا اتجهت الدراسة نحو هذين المركبين .

الهدف من هذا البحث هو تحضير عينات بلورية أحادية من المركب الشالكوجنيدي ثنائي الجاليوم – ثلاثي التيليريوم و المركب الشالكوجنيدي ثنائي الإنديوم– ثلاثي السيلينيوم، وذلك باستخدام تصميم بسيط وذو كفاءة عالية ويمتاز برخص تكاليفه وسهولة تشغيله . هذا التصميم تمَّ تنفيذه باستخدام الإمكانات المحلية المتوافرة دون الاستعانة بمحركات بطيئة السرعة ، اعتماداً على تقنية بريجمان المشهورة في الإنماء البلوري من المصهور .

استعملت لتحضير هذين المركبين عناصر على درجة عالية من النقاوة تصل إلى 99.9999 % وكانت نسبة الجاليوم في المركب Ga_2Te_3 هي 26.705 % ونسبة التيليريوم هي 73.295 % ، وفي المركب α-In_2Se_3 كانت نسبة الإنديوم هي 49.224 % ونسبة السيلينيوم هي 50.776 %.

وقد أثبتت التحاليل بالأشعة السينية أنه تمَّ الحصول على الطور البلوري النقي ، وبعد التعرف على العينات وتحضيرها بصورة بلورية نقية أمكن تجهيزها وإعدادها للقياسات المطلوبة .

* أُجريت قياسات الموصلية الكهربائية ومعامل هول في مدى واسع من درجات الحرارة باستخدام كريوستات زجاجي مصمم خصيصاً لهذا الغرض مما أتاح إجراء القياسات في جو مفرغ .

ومن خلال القياسات تمَّ التوصل إلى النتائج التالية :

١ – أمكن التعرف على نوعية التوصيل الحادث .

٢ – أمكن تعيين اتساع النطاق المحظور .

٣ – تمَّ تحديد موضع مستوى الشوائب .

٤ – أمكن تحديد ميكانيكية التشتت الحادث في المدى الحراري المستخدم لكلا المركبين .

٥ – تمَّ تعيين الموصلية الكهربائيةِ للمركبين قيد الدراسة عند درجة حرارة الغرفة .

٦ – حُسبت انسيابيَّة حوامل التيار الرئيسة عند درجة حرارة الجو المحيط بالعينة 300 درجة مطلقة .

٧ – قدِّرت كثافة حوامل التيار الأغلبية ودُرس مدى تأثرها بدرجة الحرارة .

* تمَّ إجراء قياسات لمعامل القوة الدافعة الكهروحرارية في مدى واسع أيضاً من درجات الحرارة تحت تفريغ مناسب باستخدام غرفة تشغيل نحاسية أمكن تنفيذ تصميمها .

وأظهرت نتائج القياسات النتائج التالية :

١ – أمكن التعرف على أن نوعية التوصيل الحادث تأكيداً لما سبق الحصول عليه من دراسة ظاهرة هول.

٢ – تمَّ تعيين الكتلة الفعَّالة للإلكترونات والفجوات للمركبين عند درجة حرارة الغرفة .

٣ – أمكن تقدير انسيابيَّة حوامل التيار الأقلية لكلا المركبين قيد الدراسة .

٤ – أمكن تعيين معامل انتشار الفجوات والإلكترونات عند درجة حرارة الغرفة .

٥ – حُسب طول مسار الانتشار لحوامل التيار عند درجة 300 درجة مطلقة .

٦ – تمَّ حساب زمن الاسترخاء لحوامل التيار الأغلبية والأقلية .

٧ – أمكن تحديد كفاءة تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائيةٍ من خلال تعيين معامل الإستحقاق الكهروحراري .

* امتدت الدراسة لتشمل تتبع واستقصاء ظاهرة القطع والتوصيل وعن طريق هذه الدراسة ثبت وجود هذه الظاهرة في كلا المركبين مع وجود ذاكرة .

كما أبرزت نتائج القياسات النتائج التالية :

١– ظاهرة القطع والتوصيل الحادثة من النوع ذو الهيئة المعروفة (S) وأنها من طراز CCNR .

٢– أوضحت الدراسة تأثر هذه الظاهرة بالعوامل المحيطة بها من درجة حرارة واستضاءة بالإضافة إلى سمك العينة .

٣– أمكن تعيين جهد العتبة وتيار العتبة وقدرة العتبةوالنسبة بين مقاومة العينة في حالتها العالية على مقاومتها في حالتها المنخفضة وجهد الإمساك وتيار الإمساك ومجال العتبة .

٤– وجد أن عناصر ظاهرة القطع والتوصيل ذات حساسية شديدة لتغير درجة الحرارة والاستضاءة والسمك .

ومن خلال هذه الدراسة أمكن إلقاء الضوء على السلوك الفيزيائي الحقيقي لكلا المركبين وأمكن تحديد المجال التطبيقي المناسب كعناصر كهروحرارية أو في الدارات المتكاملة أو كعناصر ذاكرة أو مفاتيح قطع وتوصيل في الأجهزة الإلكترونية الحديثة .

Semiconducting Properties of some Crystals from $M_2^{III}X_3^{VI}$ Binary System

By

Afaf M. I. Babaier

Abstract

Semiconductor compounds play an important role in technological development nowadays because of their attractive characteristics so they call the attention of many physicists to explore more and more of their hidden secrets. M_2^{III} X_3^{VI} semiconductor compounds find many application, and having promising properties.

α-In_2Se_3 and Ga_2Te_3 belong to a group of materials that have been and still are the subject of much intensive investigation because of their interesting characteristics.

High efficiency, low cost, local design constructed in our laboratory for crystal growth from melt based on Bridgman technique. This special design was used for grown α-In_2Se_3 and Ga_2Te_3 single crystal. The product ingots were identified with x-ray analysis.

The obtained specimens were prepared with the required dimension for different measurements.

The results of the present investigations can be summarized as follow :-

1- Electrical conductivity and Hall coefficient.

An investigation has been carried out on the influence of temperature on the electrical conductivity and Hall phenomenon in a wild range of temperature under vacuum with the aid of pyrex glass cryostat designed for this purpose. The energy gap, the depth of the impurity level was checked. The Hall mobility and the carrier concentration were determined. The scattering mechanism was also detected and discussed.

2- Thermoelectric power (TEP)

This phenomenon was investigated by employing the differential method in a wide range of temperature. Thermoelectric power was checked under vacuum , using a brass working chamber.

Many physical parameters were estimated such as : effective masses diffusion coefficients. Relaxation times and diffusion length for both types of the carriers. Also the efficiency of the thermoelectric elements was evaluated.

3- Switching effect

The two specimens exhibit memory switching of the CCNR with S-shape. The phenomenon in our samples is very sensitive to the temperature, intensity of light , and sample thickness. The switching parameters (i_{th} , V_{th} , P_{th} , E_{th} , i_h , V_h , R_{off} , R_{on}) are checked under the influence of the different factors of the ambient conditions .

This mode of investigation (crystal growth and studying the transport properties in addition to switch phenomena) is the ideal way for finding out the possibility of making applications for these semiconductor compounds, especially in the field of energy conversion , devices , and electronic engineering.