جـــــامعة قـــاصـــــدي مربـــاح – ورقـلـــة
كلية الرياضيات وعلوم المادة
قســـم الفيـــزياء

من إعداد الطالبة :
بن بادة خولة
تخصص فيزياء مواد
ماستر 2

تحت إشراف الدكتور:
عبد القادر سويقات

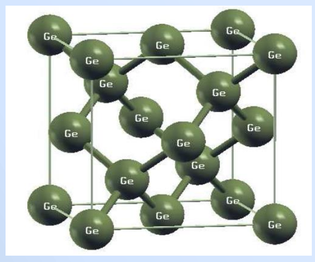
دراسة بالمحاكاة لانتشار الفسفور في الجيرمـانيوم

1.الملخص : تكتسي عملية التطعيم أنصاف النواقل أهمية بالغة في عصرنا الحالي , لما تلعبه من دور مهم في تكنولوجيا الصناعة الالكترونية والكهروضوئية , في هذا الإطار ومن أجل التعرف على أنصاف النواقل وطرق تطعيمها , قمنا بدراسة انتشار الفوفسور في الجرمانيوم وتأثير التطعيم المسبق بالغاليوم والأرسونيك على هذا الانتشار.

2.المقدمة : يمكن تصنيف المواد الصلبة المتواجدة في الطبيعة انطلاقا من قابليتها للنقل الكهربائي إلى ثلاث مجموعات, والتي تتمثل في المواد الناقلة , العازلة و النصف الناقلة التي من أهمها السلكون والجرمانيوم , وقد اهتممنا بدراسة هذا الأخير الذي يتميز بخصائص فيزيائية ملفتة .

3.الجرمانيوم اكتشافه وتنقيته وطرق تطعيمه :

• اكتشف الجرمانيوم من طرف العالم الألماني كليمنس وينكلر سنة 1886, عند قيامه بالتحليل الكيميائي للخام الارجروديت . يعتبر الجرمانيوم عنصر شبه معدني رمادي اللون ذو وزن ذري يقدر ب 72.6 g/mol وعدد ذري قدر ب 32 , له بنية الماسية مكونة من شبكتين بلوريتين من النوع ممركز الأوجه (fcc) .



• يمكن الاعتماد على طريقة Czochralski (Cz) أو طريقة الصهر النطاقي (Fz) وذلك لتنقية الجرمانيوم , والحصول على سبيكة ذات درجة عالية من النقاء .

• من أجل الحصول على خواص كهربائية مميزة للجرمانيوم , يمكن الاعتماد على طريقتين في التطعيم و المتمثلتين في الغرس الأيوني والانتشار الحراري , يجدر الإشارة إلى أننا اعتمدنا على هذه الأخيرة في بحثنا هذا .

4.معامل الانتشار الفعال : نأخذ بعين الاعتبار أن انتشار الفوسفور يتم عبر الفجوات ثنائية الشحنة السالبة تعطى عبارة الانتشار الفعال بالعلاقة التالية :

$$D^{eff} = hD^{2-}\left(\frac{n}{n_i}\right)^2 \qquad (1)$$

D^{2-} تمثل معامل الانتشار الذاتي عبر الفجوات ثنائية الشحنة السالبة . n_i تمثل كثافة الشحنة الذاتية.n تمثل الالكترونات الحرة الناقلة . h معامل التسريع الكهربائي.

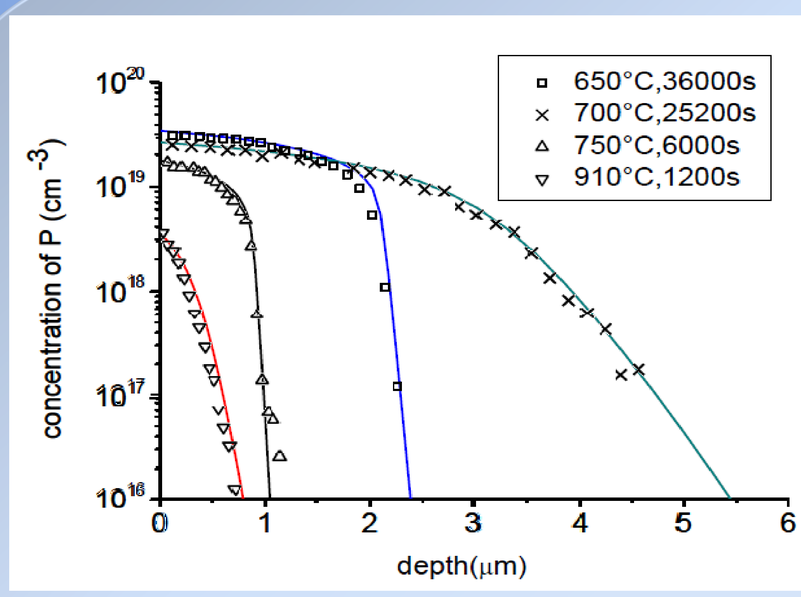
1.4.المحاكاة العددية:

في البعد الواحد انتشار الفوسفور في الجيرمانيوم يعبر عنه بقانون فيك الثاني وفق المعادلة التالية :

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left[D^{eff}\frac{\partial c}{\partial x}\right] \qquad (2)$$

تحصلنا على منحنيات المحاكاة من خلال برنامج بلغة الفورترون , يعتمد على الحل العددي لقانون فيك الثاني باستخدام تقريبات الفروق المتناهية .

2.4.مناقشة النتائج:

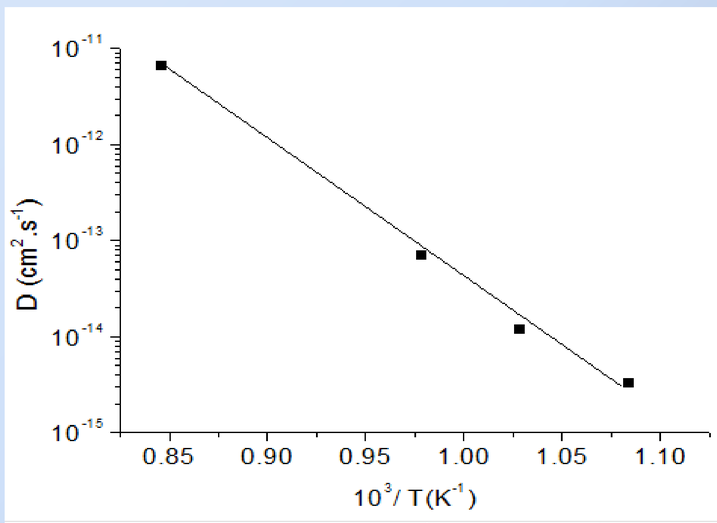


مقارنة المنحنيات التي تحصلنا عليها بالمحاكاة لانتشار الفسفور في الجرمانيوم بالمنحنيات التجريبية مأخوذة من المرجع 4.

* يرتبط معامل الانتشار الذاتي بدرجة الحرارة وفق العلاقة التالية :

$$D_i = 20\exp\left[-\frac{2.93eV}{KT}\right] \qquad (3)$$

حيث 2.93 eV هي قيمة طاقة التنشيط.



تغيـرات معامـل الانتشـار الذاتي مع مقلوب درجة الحرارة

5.الخلاصة :

ان الجيرمانيوم مادة نصف ناقلة,يتواجد في الطبيعة بشكل خامات, يتميز بفاصل قصير مقارنه بالسليسيوم ولهذا برز كمرشح واعد لتعويضه في المكونات الالكترونية والالكترونية الضوئية المطورة

6. المراجع:

1. أطروحة دكتوراه دراسة لنصف الناقل الجيرمانيوم المطعم للاستعمال في المكونات الالكترونية الضوئية سويقات عبد القادر. ورقلة 2016.

2. مذكرة دكتوراه دولة تطوير نموذج السطح المسنن للخلايا الشمسية للحصول على مردود طاقوي عالي .هامل عبد الوهاب . عنابة 2010 .

3.Germanium-Based Technologies from materials to devices .Cor Claeys- Eddy Simeon .Oxford. UK 2007.

4.Intrinsic and extrinsic diffusion of phosphorus arsenic and antimony in germanium Sergej Bortzmann and Hartmut Bracht 2008. Germany.