تقدير عمق الشوائب لدايود محضر بطريقة الزرع الأيوني باستخدام ESCA

صلاح عبد الوهاب شيت وحازم فاضل محمود

فرع الفسلجة/ كلية طب نينوى/ جامعة الموصل

الاستلام 01/03/2006 القبول 07/06/2007

Abstract

Measurement the depth of ion implantation is considered to be one of the important subject in physics , which has been employed by using SIMS and RBS methods. In this research Electron spectroscopy of chemical Analysis (ESCA) technique has been used to determine the depth of indium ion implantion in P-N Junction silicon semiconductor sample , which has been prepared by using pulse dense plasma focus . Such determination was depend on the chemical shift of the silicon spectrum. The prepared sample was scraped until the above noted chemical shift was disappeared. From this technique the depth of indium doped in the silicon sample was found to be about 450 A° .

الخلاصـــــة

تشكل معرفة عمق الانتشار واحدة من أهم الجوانب المهمة وهناك عدة طرق معروفـــة لقياس عمق الشوائب منها استخدام المطياف الكتلي SIMS (1) وطريقة رذرفورد للاستطارة الخلفيةRBS (2) وفي هذا البحث تم استخدام تقنية التحليل الكيمياوي لطيف الإلكترون لتقدير عمق شوائب الانديوم داخل شريحة السليكون لثنـــائي وصلة محضر باستخدام حاقـــن البلازما النبضي وذلك باعـــــتماد مـــــقدار الإزاحة الكيمياوية لقمـــم طيـــف الإلكتـــرون الـــضوئي للسليكون والاستمرار بالقشط لحين اختفاء الإزاحة الكيمياوية ليستـــدل منـــها علـــى عمـــق التطعيم لمادة الانديوم داخل شريحة السليكون ولوحظ أن عمق التطعيم يصل إلى حـــوالي . 450 A°داخل السليكون .

المقدمـــــة :

تعـــد تقنية طيف الإلكترون الضوئي للاشعه الـــسينيه (X-Ray photoelectron spectroscopy)

والتي يطلق عليها حديثا التحليل الكيمياوي لطيف الالكتـــرون مـــن أهـــم وأوســـع التقنيـــات المستخدمة في مجال تحليل السطوح وذلك لأهمية المعلومات التي توفرهـــا للباحـــث حـــول

دراسة التركيب الالكتروني وحالة الترابط للذرات والجزيئات وما يتبع ذلك من تغييرات في قمم هذه الطاقات تبعا لتغير الخواص الفيزياوية والكيميائية للمادة المراد دراستها .

ومن الإمكانيات المهمة التي توفرها أجهزة التحليل الكيمياوي لطيف الإلكترون فضلاً عن تحلل السطوح قابليتها على قياس الإزاحة التي تحدث لطاقة الترابط بن الذرات والجزيئات الموجودة في العمق نتيجة التغيرات الكيمياوية والفيزياوية وهكذا يصطلح على التغيرات في طاقة الربط بالازاحة الكيمياوية والتي تحدث نتيجة التغير في ما ياتي :

أ- الجار الأقرب Nearest Neighbour.

ب- الحالة التأكسدية Oxidation state.

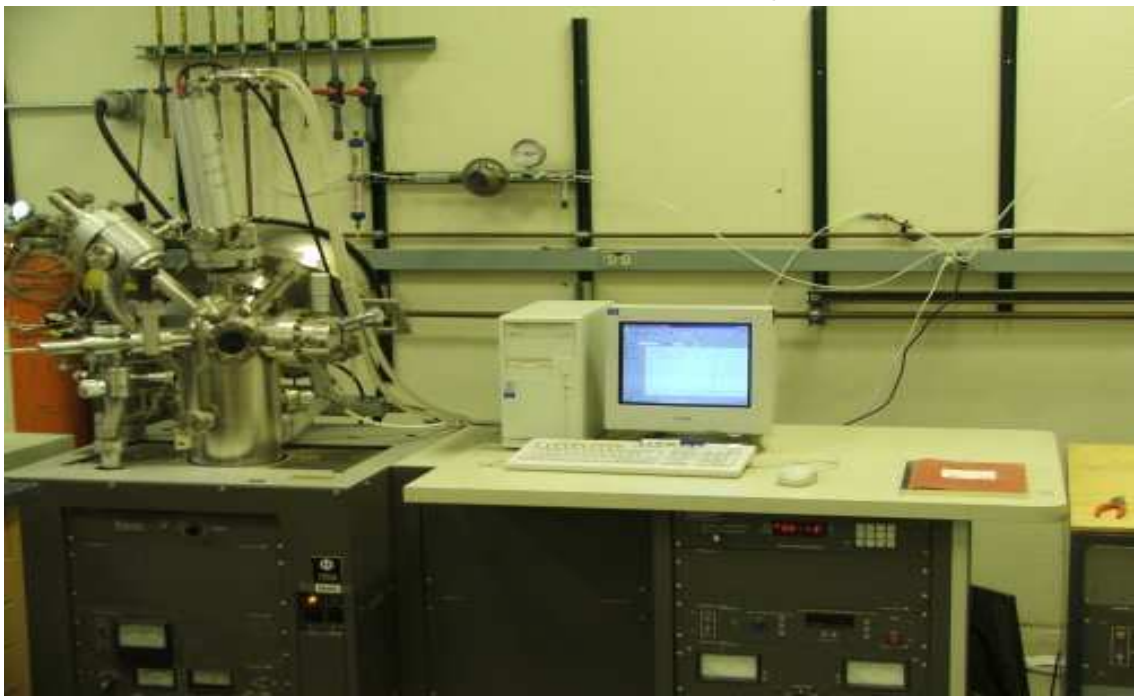
ج- التركيب والبنية البلورية Composition and Crystal Structure .(3 , 4)

وبالنسبة لعملية الزرع الأيوني فان عملية الاشابة تتلخص بصهر المادة المراد اشابتها إلى عمق معين عند التشعيع بوجود الشوائب وعند انصهار الشوائب بالانتشار في الطور السائل وهذه التغيرات تتسبب في ظهور إزاحة كيمياوية لطيف المادة المشابة (الانديوم) والمادة المشوبة (السليكون) بعد تحييد دور التأكسد والعيوب البلورية الناتجة من التشعيع ويمكن تتبع الازاحة الكيمياوية وقشط سطح الشريحة باستخدام قاذف الاركون الايوني وبمعدل قشط 8A°/min وتحديد الفترة الزمنية اللازمة لاختفاء تلك الازاحة مما يدلل على عمق التشويب لمادة الانديوم داخل السليكون ويستخدم جهاز ESCA لمعرفة نسبة تركيز العناصر على سطح النموذج المراد فحصه surface analysis(5-7).

تحضير النماذج واجراء المعالجة :

تم استخدام منظومة الطلاء الايوني لغرض ترسيب أغشية رقيقة من الانديوم على شرائح لسليكون نوع توصيلية N حيث وضعت شريحة السليكون على القطب الكهربائي ذات الجهد العالي السالب وعلى بعد 10 cm من مصدر التبخير وترسيب غشاء رقيق من الانديوم يصل سمكه إلى 600 A° وتم فحص النماذج باستخدام جهاز ذي المجسات الأربعة Four point probe ولوحظ عدم تغير التوصيلية ولكن عند تعريض النماذج لجرعات إشعاعية نبضية من ايونات غاز الهايدروجين المعجلة ولعدد 10 من التفريغات الكهربائية وبعد فحص النماذج بجهاز ذي المجسات الأربعة لوحظ تحول التوصيلية للنماذج من N إلى P مما يدلل على حدوث عملية الاشابة (التطعيم) وبعد معاملة طبقة الانديوم بخليط من حامض النتريك الساخن وحامض الخليك بنسبة1/3 تم قشط الانديوم والإبقاء على طبقة رقيقة جدا حتى لا تنفذ إلى الطبقة المشوبة وتم غسل النماذج بحامض

الهيدروفلوريك بنسبة 10% ثم بماء ايوني جار وتم حفظ النماذج في إناء مفــرغ مــن الهــواء desicator لتنظيف النماذج من الشوائب والاكسده.



صورة الجهاز المستخدم ذي المجسات الأربعة

القياسات والنتائج :

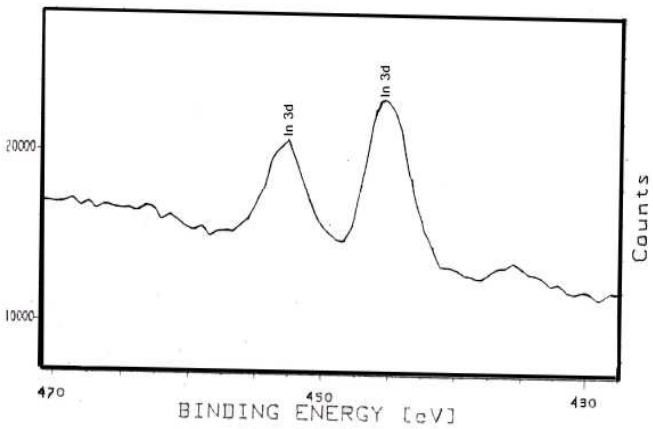
استخدمت منظومة Riber LAS -4000 متعددة الأنظمة لإجراء عمليــة تحليــل السطوح حيث من تفاعل حزمة الإشعاع السيني الساقط على شريحة السليكون نوع توصــيلية N والتي رسب عليها غشاء رقيق من الانديوم والتي تعرضــت إلــى 10 مــن التفريغــات الكهربائيةوظهرت خطوط الطيف على شكل قمم تعود إلى مختلــف المــدارات الالكترونيــة اعتمادا على العدد الذري Z حيث تمتلك ذرات السليكون والانديوم العديــد مــن الانتقــالات الكهربائية الممكنة وكما في الشكل (1) وظهرت جميع القمم التي تعود إلى الانديوم والذي يدل على تجانس المادة المرسبة وكذلك قمم تعود الى طيف السليكون وقد ظهرت قمم اخرى تعود الى الأوكسجين والكاربون والنحاس . إن ظهور قمم ضوء تعود الــى طيــف الأوكــسجين والكاربون هي حالة طبيعية بالنسبة للأجهزة التي تستخدم التفريغ في تشغيلها إذ لابد من وجود غازات متطايرة من منظومات التفريغ الخاصة بحاقن البلازما النبضي وجهازESCA .

كما إن ظهور قمم ضوء تعود الى طيف النحاس على الرغم من قلة تركيزه (كميــة قليلة جدا) فهو ناتج عن اجتثاث Sputtering لنهاية القطب النحاسي الوسطي لحجرة التأين لمنظومة الحاقن النبضي حيث يحدث تبؤر في نهاية القطب الوسطي .ولغرض دراسة القمــم

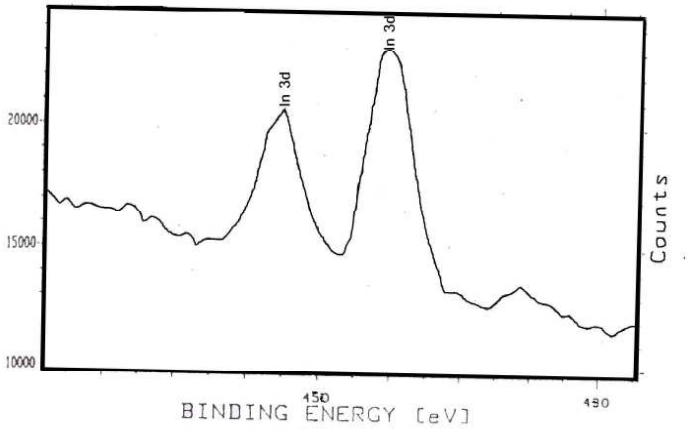
التي تعود الى السليكون والانديوم تم تجزئة الطيف الى مناطق لغـرض حـساب الازاحـة الكيمياوية للقمم المعتمدة في حسابها بالنسبة لتلك العناصر كلا على حدة .

أ- طيف الانديوم

يوضح الشكل 2 والشكل 3 التحليل الكيمياوي لطبقة غشاء الانديوم لوحده ثم الغـشاء الرقيق على أرضية من السليكون وللقمم المعتمدة في حساب الازاحة الكيمياوية وهـي التـي تعود الى مستويات3d5.2 و3d3.2 ولوحظ أن مواقع القمم التي تعود الى الانديوم قد أظهرت زيادة في طاقة الربط أي أن هناك إزاحة كيمياوية Chemical shift مقدارها (1eV) عن خطوط الضوء التي تعود الى الانديوم لوحده و هذه الازاحة الكيمياوية والتي تعود الى عـدة متغيرات منها وجود الاوكسيد بكمية قليلة بعد التنظيف وكذلك حصول التفاعل بين الانـديوم والسليكون وهو الاحتمال الأكبر بعد تنظيف النموذج باستخدام قاذف أيونات الاركون .



شكل(2) طيف مادة الانديوم النقية



شكل (3) طيف مادة الانديوم المترسبة على شريحة السليكون

ب- طيف السليكون

لقياس الإزاحة الكيمياوية لطيف السليكون اتبعنا ما يأتي :

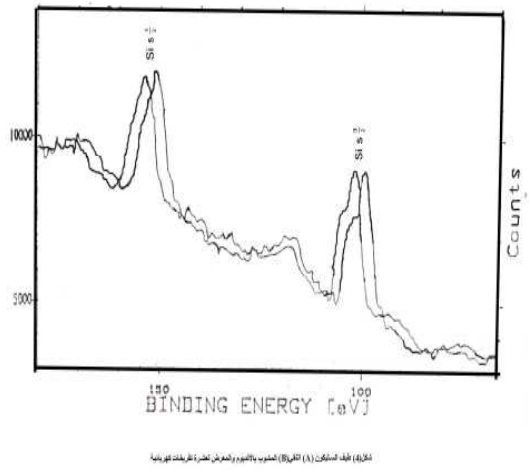
أولا: تسجيل طيف السليكون للأرضية نوع توصيلية وبدون إجراء عملية الترسيب للانتقالات 2P1/2,2S1/2.

ثانيا: تسجيل طيف السليكون بعد إجراء عملية التشعيع لسطح الشريحة والمعرض الى 10 من التفريغات الكهربائية كمرحلة ثانية وبدون عملية ترسيب كأغشية رقيقة .

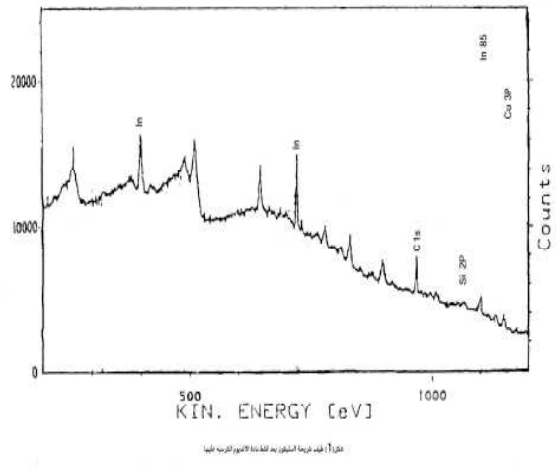
ثالثا: تم مقارنة طيف السليكون للفقرتين (1 و2) ولوحظ وجود ازاحة كيمياويـة مقـدارها 0,85eV

رابعا: تم تسجيل طيف السليكون للنموذج المرسب عليه الانديوم و المعرض الى 10 من التفريغات الكهربائية النبضية بعد إجراء عملية التنظيف من الاوكسيد لفترة ولوحظ وجود ازاحة مقدارها2,05eV عن الطيف المسجل في الفقرة (1) كما في الشكل (4) .

خامسا: وبعد فترة من القشط باستخدام ايونات الاركون+Ar وبطاقة (4.5keV) وظهور القمم لالكترونات القلب للسليكون واختفاء القمم التي تعود للانديوم وباستمرار عملية القشط وملاحظة الازاحة الكيمياوية بصورة مستمرة لوحظ اختفاء الازاحة الكيمياوية لطيف السليكون عن الفقرة (1) بعد 56 دقيقة مما يدل على أن التأثير والانتشار لذرات الانديوم تصل الى عمق 446 A° حيث إن معدل القشط 8 A°/min .



شكل (4) طيف السليكون (A) النقي (B) المشوب بالانديوم والمعرض لعشرة تفريغات كهربائية



شكل (1) طيف شريحة السليكون بعد قشط مادة الانديوم المترسبة عليها

الاستنتاجات :

1- أظهرت نتائج التحليل الكيمياوي لطيف الالكترون وجود عدد من العناصر غير المرغوب فيها كشوائب ناتجة عن طريقة التحضير مثل النحاس (ناتج عن ترذيد Sputteringالقطب المركزي لحجرة البلازما) والأوكسجين والكاربون (الناتجين عن المواد المتطايرة أثناء التفريغ) .

2- أظهرت نتائج التحليل الكيمياوي لطيف الالكترون والتي تدلل على عمق التطعيم (التشويب) من خلال الازاحة الكيمياوية أي أن الشوائب قد انغرست الى عمق يصل الى 450 A° .

3- أظهرت النتائج أنه يمكن استخدام طريقة التحليل السطحي لمعرفة عمق الشوائب في العناصر قيد الدرس .وهذا يحدث لأول مره حيث يمكن معرفة الشوائب سابقاً باستخدام المجهر الالكتروني

المصادر

1- Z. Werner, J .Pickoszewski and C.Pochrvbrich, "Multiple Pulse Implantation Dopped in Silicon" EPU87 Poland,1985

2- D.Briggs, "Handbook of X-ray and Ultraviolet Photoelectron Pectroscopy " Heden and sons Ltd.,1977 U.K

3- القيسي ، رائد عبد الوهاب ، (1995) ، دراسة الانتشار المحتث والعيوب في الجرمانيوم بواسطة النبضي، أطروحة دكتوراه ، الجامعة التكنولوجية ، العراق.

4- عيسى ، عباس عبود ، (1995) ، دراسة في التحليل الكيمياوي لطيف الإلكترون لبلورة GaAs الاحاديه المنماة على بلورة السليكون الاحاديه ، رسالة ماجستير ، جامعة بغداد ، العراق.

5- عبد الجليل هاشم ، (2002) ، تحضير كواشف بصرية باستخدام منظومة الطلاء ألايوني ، رسالة ماجستير، الكلية الهندسية العسكرية ، العراق.

6- د. عزوز، عاصم عبد الكريم ، (1991) ، مقدمه في فيزياء البلازما ، جامعة الموصل.

7– زي ، نبائط أشباه الموصلات فيزياء وتقنية ، (1990)، ترجمة د.فهر غالب حياتي ، مطبعة جامعة الموصل.