جامعة الموصل

كلية العلوم

تأثير مادة اوكسيد الكوبلت CoO على خاصية التبديل المقاومي للتركيبة $Si/SiO_2/CdS$

اطروحة تقدم بها الطالب

أحمد وليد قاسم أغوان

الى

مجلس كلية العلوم في جامعة الموصل وهي جزء من متطلبات

درجة الدكتوراه فلسفة في اختصاص

علوم فيزياء / حالة صلبة

بإشراف

الأستاذ المساعد

الدكتور لقمان سفر علي

1438هـ 2017 م

الخـلاصـــة

يتألف البحث الحالي من ثلاث مراحل تصنيعية , ففي المرحلة الاولى تم تصنيع النبيطة ذات التركيب ($Al/Si/SiO_2/CdS/Al$) المعتمدة على الطبقة الفعالة (SiO_2/CdS), إذ أنجز ترسيب (CdS) بطريقة التبخير الحراري في درجة حرارة الغرفة وعلى سطح اوكسيد السليكون SiO_2الذي تم إنماؤه باستخدام نوعي الأكسدة الحرارية الجافة والرطبة ولعدة أسماك وكذلك تم استخدام طريقة التبخير الحراري لترسيب أقطاب الألمنيوم Al , وقد اخذت قياسات الخصائص الضوئية لسطح (CdS) لقياس فجوة الطاقة ($Eg\approx2.8eV$).التبديل (التغير) في المقاومة تمت ملاحظته , عند اخذ قياسات التيار مع الفولتية في درجة حرارة الغرفة باستخدام التيار المستمر مرة والتيار المتناوب مرة اخرى وقد كان التغير من نوع أحادي القطبية Unipolar وأنجز ذلك التغير بعد البحث عن السمك المناسب للأوكسيد والسمك المناسب لكبريتيد الكادميوم لتحقيق أفضل تبديل مقاومي , إذ كان سمك الأوكسيد SiO_2 = 75Å وسمك كبريتيد الكادميوم CdS=750Å وكانت النسبة المقاومية للتبديل في المرحلة الأولى بحدود مرتبة واحدة (10^1) وهي بصورة عامة نسبة مقاومية غير مقنعة, ولذلك تم تحسين أداء النبيطة بإدخال طبقة من مواد بوليمرية بوساطة استخدام جهاز الطلاء بالدوران السريع Spin–Coator , وبالشكل الذي يكون التركيب للنبيطة مؤلفاً من ($Al/Si/SiO_2/CdS/Polymer/Al$) إذ تم استخدام مادتي السليلوز نتريت او السليلوز استيت لتحسين أداء النبيطة حيث اصبحت الطبقة الفعالة ($SiO_2/CdS/Polymer$) وبالفعل تم الحصول على تبديل مقاومي أفضل, حيث تضاعفت النسبة المقاومية للتبديل, وفي هذه المرحلة من التصنيع للنبائط فقد كان الطلاء بالبوليمر(السليلوز استيت) أفضل من ناحية التبديل المقاومي من الطلاء بالبوليمر(السليلوز نتريت) وبصورة عامة قلت فولتيات العمل (V_{set}, V_{Reset}, $V_{forming}$) مقارنة بالمرحلة الأولى وكذلك تم تحقيق ظاهرة التغير المقاومي أحادي القطبية في هذه المرحلة. أما المرحلة الأخيرة من البحث والتي تمثل الهدف المطلوب , فقد أنجزت باستخدام مادة اوكسيد الكوبلت النانوية CoO بطلائها على شكل غشاء بوليمري باستخدام جهاز الطلاء بالدوران السريع ايضا وبالشكل الذي يكون التركيب للنبيطة مؤلفاً من ($Al/Si/SiO_2/CdS/CoO/Al$) وفي هذه المرحلة فإن الطبقة الفعالة تكون ($SiO_2/CdS/CoO$) وفي هذه المرحلة تم الحصول على افضل نتائج للتبديل المقاومي, إذ بلغت النسبة المقاومية بحدود مرتبتين (10^2) وكانت أعظم قيمة ل(LRS) بلغت

(170Ω) , في حين ان اقل قيمة ل(HRS) كانت (94.1KΩ) وكذلك كانت فولتيات العمل اقل ما يمكن مقارنة مع فولتيات العمل للمرحلتين السابقتين وكان معدل V_{set} ضمن المدى (2.4–2.8V) اما معدل V_{Reset} فكان ضمن المدى (1.3–1.8).واخيراً, ولجميع المراحل التصنيعية فقد تمت دراسة تأثير مساحة القطب العلوي على أداء النبائط , فوجد أن علاقة فولتية التشكيل عكسية مع مساحة القطب العلوي , إذ تمت ملاحظة زيادة في فولتية التشكيل عند تقليل مساحة القطب العلوي وقد لوحظ تناقص في قيمة ال (HRS) عند زيادة المساحة وانجزت القياسات بأخذ بضع من العشرات من دورات التكرار ولجميع المراحل إذ لوحظ بأن (HRS) تقل قيمتها تدريجيا بعد كل دورة.

University of Mosul

College of Science

The Effect of Cobalt Oxide Material CoO on the Resistive Switching Properties of $Si/SiO_2/CdS$ structure

Ph. D. Thesis submitted by

Ahmed Waleed Kasim Agwan

To

Council Of The College Of Science University Of Mosul In Partial

Fulfillment Of The Requirement For The Degree Of

Doctor of Philosophy

In

Physics / Solid State

Supervised by

Assistant Professor

Dr. Luqman Sufer Ali

1438A.H. 2017 A.D.

Abstract

The present research consist of three fabricating stages , in the first stage the fabricated device has the (Al/Si/SiO_2/CdS/Al) structure which depend on the activated layers (SiO_2/CdS) . Thermal evaporation method was used to deposited CdS and Al layers while the silicon oxide(SiO_2) layer was generated from silicon with different thicknesses ($50-150$ Å) on the wafer surface using both dry and wet thermal oxidation.

The optical and electrical properties was studied , the optical characteristics include the transmittance and absorbance was used to calculate the energy gap of CdS ($Eg\approx 2.8eV$) . The current voltage characteristics was performed using D.C. and A.C. currents on specimens contain different thicknesses of silicon oxide (SiO_2) and cadmium sulfide (CdS) .The optimized thickness of these layers was obtained of about (SiO_2=75 Å and CdS=750 Å) which indicate that the type of resistive switching was Unipolar and the switching resistance ratio (R_{ratio}) of about one order (10^1).

The second stage include attempts to improve specimens operation throughout the deposition of polymer layers (Cellulose Nitrate and Cellulose Acetate)using Spin-Coater instrument , the fabricated devices have (Al/Si/SiO_2/CdS/Polymer/Al) structure with activated layers (SiO_2/CdS/Polymer) which has been result a better resistive switching in comparison to the specimens in the first stage . The switching resistance ratio (R_{ratio}) was improved to about double and the operating voltage (V_{set} ,V_{Reset} ,$V_{forming}$) decreases for the specimens that include Cellulose Acetate layer in comparison to the specimens that include Cellulose Nitrate which also indicate that the type of resistive switching was Unipolar.

The final stage and represent the goal of present work, was performed by deposition of a Cellulose Acetate layer including a Cobalt Oxide nano particles (CoO) , the deposition process performed using spin-coater instrument and the fabricated devices have (Al/Si/SiO_2/CdS/CoO/Al) structure with activated layers (SiO_2/CdS/CoO).

The devices showed a better resistive switching in comparison to the devices in the both stages above , where the switching resistance ratio (R_{ratio}) attended to about two orders (10^2) , maximum value of LRS of about 170Ω , lowest value of HRS of about 94.1Ω , operating voltages as lowest as possible in comparison to operating voltages of the first states (V_{set} values with in ($2.4-2.8V$) and V_{Reset} values with in ($1.3-1.8V$)).

The effect of top electrode area on the device operation was studied for all devices in the stages above , we found that the top electrode area inversely proportional to the forming voltage ($V_{forming}$) , also we notice a decreasing in (HRS) with increasing electrode area and with each endurance cycles where all measurements was achievement by several tenths of endurance cycles.