



جامعة الموصل
كلية التربية للعلوم الصرفة

محاكاة تأثير الطبقة العازلة Zn_2SnO_4 على أداء
الخلية الشمسية $CdTe/CdS/SnO_2$ باستخدام
برنامج SCAPS-1D

رشا فيصل حسن

رسالة ماجستير
الفيزياء

بإشراف

الاستاذ المساعد

الدكتور رعد أحمد رسول

الخلاصة:

تم في الدراسة الحالية اجراء محاكاة لعمل الخلية الشمسية ذات النوع GS/SnO₂/CdS/CdTe، وقد أستعمل برنامج المحاكاة SCAPS-1D لتعزيز عمل تلك الخلية والتي كانت فيها طبقة الامتصاص Absorbent Layer من النوع (p-CdTe) والطبقة النافذة window Layer من النوع (n-CdS) وطبقة الأوكسيد من اكاسيد التوصيل الشفافة (TCO) من النوع (n-SnO₂). كانت نتائج المحاكاة للخلية بعد تثبيت السماكات فيها ما يأتي: $V_{oc} = 0.9180 \text{ Volt}$, $J_{sc} = 21.628 \text{ mA/cm}^2$, $FF = \%73.55$, $\eta = \%14.62$.

تم تعديل التركيب العام للخلية الشمسية التقليدية لتصبح GS/SnO₂/Zn₂SnO₄/n-CdS/p-CdTe بعد إضافة الطبقة العازلة Buffer Layer من النوع (n-Zn₂SnO₄) ما بين طبقة الـ TCO والطبقة النافذة، وذلك لتحقيق طبقة نافذة أرق Ultra-thin (n-CdS). عملت هذه الطبقة الـ Buffer Layer على منع تسرب ناقلات الشحنة الأقلية Minority carrier بالإنحياز الأمامي Forward bias غير المرغوب فيه. ونتيجة لهذا التعديل حصلت زيادة في النسبة المئوية لكفاءة الخلية (η) Efficiency وصلت إلى (18.58%) عن طريق تغيير سُمك طبقات تركيب الخلية التقليدية مع الطبقة العازلة للحصول على السُمك الأفضل من حيث الأداء والكفاءة.

وتم إختبار الطبقة العازلة (Zn₂SnO₄) ذات فجوة طاقة بمقدار (3.35 eV) وسُمك (50 nm)، مع تقليل سُمك الطبقات بالنسبة لطبقة الـ TCO من (0.5 μm) إلى (100 nm)، وسُمك الطبقة النافذة من (0.5 μm) إلى (25 nm)، وأُعتمد سُمك طبقة الامتصاص ذو المقدار (1.5 μm). وقد تم إختيار معلمات الطبقات إعتماًداً على البيانات الثابتة لتلك المواد فضلاً عن البيانات التجريبية وكانت القيم المستحصلة ذات نسب مقبولة مقارنة بالدراسات السابقة.

تمت دراسة تأثير إضافة الطبقة العازلة على الخلية الشمسية فضلاً عن دراسة تأثير سُمك كل طبقة على الخواص الكهربائية المتمثلة بمعلمات الإخراج لها (η , FF, J_{sc} , V_{oc}) ودراسة الخواص البصرية المتمثلة بالكفاءة الكمية (%QE). بعد إعتماذ الخلية GS/SnO₂/Zn₂SnO₄/n-CdS/p-CdTe تم الحصول على النتائج الآتية: $V_{oc} = 0.96 \text{ Volt}$, $J_{sc} = 26.66 \text{ mA/cm}^2$, $FF = \%71.66$, $\eta = \%18.58$. كذلك تمت دراسة تأثير الشوائب القابلة N_A في طبقة الإمتصاص وكانت افضل نسبة لتركيز الشوائب القابلة ($1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$) اذ عندها تتحسن جميع معلمات الإخراج للخلية الشمسية. وتمت دراسة تركيز الشوائب المانحة (Donor Concentration (N_D)) وكانت افضل نسبة لتركيز الشوائب المانحة في الطبقة النافذة هو ($1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$)، وقمنا بدراسة تأثير درجة الحرارة T على أداء الخلية الشمسية المعتمدة ولاحظنا ان

الخلاصة

ارتفاع درجة الحرارة له تأثير سلبي على معاملات الاخراج اذ انها تعمل على خفض فجوة الطاقة المحظورة ويزداد نتيجة لذلك تيار التشبع العكسي مما يؤدي الى انخفاض في فولتية الدائرة المفتوحة V_{OC} و FF وبالتالي تناقص في القدرة الخارجة للخلية الشمسية . وتمت دراسة أيضا تأثير كل من مقاومة التوالي R_S بوصفها أقل مايمكن أي تساوي صفر ومقاومة التوازي R_{Sh} أكبر مايمكن تصل الى المالانهاية . وقد تمت دراسة مقاومة التوالي والتوازي كعوامل خارجية. مع الإعتماد على طيف الإضاءة الإفتراضي بالمعيار القياسي AM1.5 العالمي، كما أن درجة الحرارة كانت في عملية المحاكاة (300K).

Abstract:

In recent study, a simulation has been done to make a solar cell GS/SnO₂/CdS/CdTe type. The simulation program of SCAPS-1D has been used to enhance this cell work in which the absorbent layer of (p-CdTe) and window's layer of (n-CdS), and the oxide layer was of transmitted conduction oxides TCO (n-SnO₂). the results of simulations of the tested cell after fixing the thicknesses on the following values.

$$V_{oc} = 0.9180 \text{ Volt}, J_{sc} = 21.628 \text{ mA/cm}^2, FF = \% 73.55,$$

$$\eta = \% 14.62.$$

The general structure of the traditional solar cell has been modified to be GS/SnO₂/Zn₂SnO₄/n-CdS/p-CdTe after adding the Buffer Layer of type (n-Zn₂SnO₄) between the TCO layer and the window's layer, to achieve the Ultra-thin window layer (n-CdS), This Buffer Layer prevented the leakage of unwanted minority carrier with an unwanted forward bias, and as a result of this modification an increase in the percentage of cell efficiency which has been reached to (% 18.58) by changing the thickness of the conventional cell structure layers with the buffer layer to obtain the best thickness in terms of performance and efficiency.

The buffer layer (Zn₂SnO₄) with a band gap of (3.35 Volt) and thickness of (50nm) has been chosen, and reducing the thickness of the layers with respect to the TCO layer from (0.5 μm) to (100 nm), and the thickness of the window's layer from (0.5 μm) to (25 nm) have been approved , The thickness of the absorbent layer of (1.5 μm), has been adopted in the solar cell. The acceptor concentration (N_A) of (1x10¹⁵ cm⁻³) has been adopted to (1x10¹⁵ cm⁻³) in the absorbent layer AL, the parameters of the layers were chosen based on the fixed data of these materials in addition to the experimental data The resulted values ratios were acceptable compared with iprevious studies.

The effect of adding the buffer layer on the solar cell has been studied, in addition to studying the effect of the thickness of each layer on the electrical properties represented by its output parameters (V_{oc}, J_{sc}, FF, η) and the optical properties represented by the quantitative efficiency (%QE) by the adoption of the GS/SnO₂/Zn₂SnO₄/n-CdS/ p-CdTe solar cell, to obtain the following results.

$$V_{oc} = 0.96 \text{ Volt}, J_{sc} = 26.66 \text{ mA /cm}^2, FF = \% 71.66, \eta = \% 18.58$$

ABSTRACT

The effect of the donor and acceptor (N_D & N_A) impurities on the absorption layer and the window's layer have been also studied, with studying the effect of the temperature T on the performance of the proposed solar cell. The effect of the series resistance R_S and the parallel resistance R_{sh} have been also studied as an external factors, with the adoption of the default illumination spectrum by the international standard AM1.5, and the temperature in the simulation was (300 K).

University of Mosul

College of Education for Pure Sciences

Department of physics



**Simulating the Effect of Buffer Layer Zn_2SnO_4 on
performance of Solar Cell $SnO_2/CdS/CdTe$ by
Using the Programme **SCAPS-1D****

Rasha Faisal Hasan

M.Sc. Thesis

Physics

Supervised By

Assist Prof

Dr. Raad Ahmed Rasool

2020 A.D.

1441 A.H.