جامعة الموصل
كلية التربية للعلوم الصرفة

محاكاة الخلية الشمسية CZTS لطبقات خازنة ونافذة متفاوتة وبمعالم كهربائية مختلفة لتحقيق أداء كفاءة عالي

بشار علي محمد رمضان السبعاوي

رسالة ماجستير

الفيزياء

بإشراف

الاستاذ المساعد

الدكتور رعد أحمد رســـــول

1442هـ **2021 م**

الخلاصة:

تم في هذه الدراسة إعتماد الخلية الأساس (MoS_2 /CZTS/CdS/i-ZnO/ZnO:AL) التي تم تصميمها في برنامج المحاكاة SCAPS-1D وكانت مخرجاتها:

(Voc = 1.1074V, Jsc=29.5356 mA/cm^2, FF=70.29%,η=23.0%)، فقد تم إختبار الطبقات النافذة Windows Layers (ZnO, SnO_2, ZnO:AL) باستخدام برنامج المحاكاة (SCAPS-1D)، كما تم إختيار (ZnO:AL) كطبقة نافذة، إذ تبّين أنهُ بزيادة سُمك الطبقة النافذة فان مخرجات الخلية الشمسية قلت نتيجة لإزدياد إعادة الإلتحام وانخفاض وصول الفوتونات إلى طبقة الامتصاص وكان أفضل سُمك لتلك الطبقة النافذة هو (0.1µm)، كما تم إختبار الطبقات الخازنة المختلفة Buffer Layers للخلية الشمسية الأساس مثل (CdS, ZnO, ZnS ,$ZnSe$, In_2S_3) وتم إختيار طبقة (ZnS) كطبقة خازنة، إذ تبين أنهُ بزيادة سُمك الطبقة الخازنة تنخفض كفاءة الخلية الشمسية، لأن هذه الطبقة تعمل على تقليل عملية إعادة الإلتحام وزيادة إمتصاص الفوتونات، وكان أفضل سُمك للطبقة الخازنة هو (0.12µm). بعد إعتماد كل من الطبقة النافذة والطبقة الخازنة أصبحت الخلية المعدلة النهائية (MoS_2/CZTS/ZnS/i-ZnO/ZnO:AL)، وتغيير سُمك طبقة الإمتصاص (CZTS) في الخلية المعدلة، تبين أن أفضل سُمك لتلك الطبقة كان (1.5µm)، عندها أصبحت مخرجات الخلية: (Voc =1.0596V ,Jsc = 28.1390 mA/cm^2, FF=88.41%, η=26.37%)

وتمت دراسة تأثير درجات الحرارة المختلفة من (300K–380K) وتبين إن زيادة درجات الحرارة عملت على خفض منحني التيار – فولتية مما سبب إنخفاضاً في أداء الخلية الشمسية والحصول على أفضل النتائج عند درجة الحرارة (300 K).

كما تم دراسة تأثير كلاً من مقاومة التوالي (Rs) ومقاومة التوازي (Rsh) في أداء الخلية الشمسية وكانت أفضل النتائج عند (Rs= 0) و (Rsh= 6000 Ω.cm²)، فكلما زادت مقاومة التوالي أو قلت مقاومة التوازي فإن كفاءة الخلية الشمسية تقل.

كما تم أيضاً في هذه الدراسة محاكاة الخلية الشمسية الرقيقة بأطياف شمسية مختلفة وكانت (طيف الضوء الأبيض ذا فيض فوتوني ثابت وطيف الضوء الأبيض ذا قدرة فوتونية ثابتة وطيف إشعاع الجسم الأسود والطيف أُحادي الطول الموجي ذا قدرة ثابتة والطيف أُحادي

الطول الموجي ذا فيض ثابت) إلى جانب الطيف الشمسي الإعتيادي (1.5) AM وعند درجات حرارة مختلفة (300 K, 350 K, 400 K, 450 K) وتم الحصول على أفضل كفاءة مع الطيف أُحادي الطول الموجي ذي القدرة الثابتة التي بلغت (45.29%) وعند درجة حرارة (300K).

Abstract:

In this study, depending the solar cell (MoS_2 /CZTS/CdS/i-ZnO/ZnO:AL) was designed in the simulation program SCAPS-1D, in which approved the following outputs:
(Voc=1.1074 Volt, Jsc=29.5356 mA/cm^2, FF=70.29%, η=23.00%).
Windows Layers (ZnO, SnO_2, ZnO:AL) were tested by using the simulation programming of SCAPS-1D, (ZnO:AL) was chosen as the perfect windows layers, as it was found that the increasing thickness of Windows Layer, the output of the solar cell decreased due to an increasing Recombination and decreasing in arrival of photons to the Absorption Layer, the best thickness of that Windows Layer was (0.1μm),
(ZnO:AL) was also chosen as a Windows Layer, as it was found that with increasing Window Layer thickness the output of the solar cell decreased due to increasing in Recombination and decreasing in the arrival of the photons to the Absorption Layer and the best thickness of that Windows Layer was (0.1μm), and by tested the different Buffer Layers of the base solar cell such as (CdS, ZnO, ZnS, ZnSe, In_2S_2), so the (ZnS) layer was chosen as Buffer Layer,
It was found that with increasing thickness of the Buffer Layer, the efficiency of the solar cell decreased, because this layer works as reducing Recombination process and increasing the absorption of photons, the best thickness of Buffer Layer is (0.12μm). After adopting both Windows Layer and the Buffer Layer the final modified cell become as (MoS_2/CZTS/ZnS/ i-ZnO/ZnO:AL), the Absorption Layer thickness (CZTS) in the modified cell was changed, it was found that the best thickness for that layer was (1.5μm). Then the cell output becomes:
(Voc =1.0596V, Jsc= 28.1390 mA/cm^2, FF=88.41%, η=26.37%).

The effect of different temperatures from (300K - 380K) was studied. The increasing in temperatures reduced the current - voltage curve, causing a decrease in the performance of the solar cell and obtaining the best results at the temperature (300 K).

The effect of both series resistance (Rs) and parallel resistance (Rsh) on the execution of the solar cell were studied, and the best results obtained at (Rs=0) and (Rsh=6000 Ω.cm^2), the higher in series resistance or the lower the parallel, obtained the lower the efficiency of the solar cell.

As well as in this study solar cells were simulated with different solar spectrum (white light spectrum with constant photon flux, white light spectrum with constant photon power, black body radiation spectrum, single wavelength spectrum with constant power and single wavelength spectrum

with constant flux) along with normal solar spectrum (1.5)AM and at different temperatures (300K, 350K, 400K, 450K), the best efficiency was obtained with the single wavelength constant power spectrum of (45.29%) and at (300K) temperature.

University of Mosul
College of Education
for Pure Sciences

Simulation of CZTS Solar Cell for Varying Buffer and Window Layers for Different Electrical Parameters to Achieve High Efficiency Performance

Bashar Ali Muhammad Ramadan AL-Sabawi

M.Sc. Thesis
Physics

Supervised by
Asst.Prof
Dr. Raad Ahmed Rasool

2021 A.D. **1442 A.H.**