جامعة الموصل
كلية التربية للعلوم الصرفة

دراسة تأثير تغيير طبقات مختلفة على أداء الخلية الشمسية CdTe باستخدام برنامج المحاكاة SCAPS-1D

عدنان حسن خضر طه

رسالة ماجستير

الفيزياء

بإشراف
الاستاذ المساعد
الدكتور رعد أحمد رســـــول

1443 هـ 2021 م

الخلاصة

المرحلة الأولى من هذه الدراسة وهي تركيب هيكل الخلية الشمسية ذات الكفاءة الأعلى المكونة من خمس طبقات (طبقة السطح الخلفي Back Surface Filed Layer وطبقة الإمتصاص Absorber Layer و الطبقة النافذة Window Layer و الطبقة الخازنة Buffer Layer و طبقة أُوكسيد الموصل الشفاف Transparent Conductive Oxides)، التي تم تصميمها بتجريب عدد من المواد لكل طبقة من طبقات الخلية الشمسية، واختيار الطبقة الأمثل التي عندها تكون كفاءة الخلية الشمسية عالية، وتم ذلك عن طريق محاكاة هياكل الخلايا الشمسية المتكونة باستخدام البرنامج الحاسوبي SCAPS-1D، في البداية تم اختيار الكادميوم تيلورايد CdTe كطبقة امتصاص Absorber Layer، ثم إختيار كبريتيد الكادميوم المؤكسج CdS:O كطبقة نافذة Window Layer التي تمثل الشريك الأنسب لطبقة الامتصاص CdTe، بعدها تم اختيار أُوكسيد القصدير المطّعم بالفلور FTO كطبقة أُوكسيد الموصل الشفاف TCO، من بعدها تم إضافة ستانيت الزنك Zn_2SnO_4 كطبقة خازنة Buffer Layer إلى الخلية الشمسية، وأخيراً تم اختيار تيلورايد النحاس Cu_2Te ليكون طبقة السطح الخلفي Back Surface Filed Layer في الخلية الشمسية. المرحلة الثانية من هذه الدراسة وبعد تثبيت طبقات الخلية الشمسية، تمت دراسة تأثير أسماك الطبقات المختارة على معلمات الخلية الشمسية المتمثلة بفولتية دائرة المفتوحة Open Circuit Voltage (V_{oc}) وكثافة تيار دائرة القصر Short Circuit Current (J_{SC}) وعامل المليء Fill Factor (FF) وكفاءة الخلية Efficiency(η)، تم تثبيت الأسماك التي تكون عندها أعلى كفاءة للخلية، وحُصل على هيكل الخلية المُعتمدة في هذه الدراسة المتكونة من الطبقات و الأسماك التالية: Cu_2Te = 1μm, CdTe = 0.25 μm, FTO = 0.1 μm, Zn_2SnO_4 = 0.050 μm, CdS:O = 0.025 μm. المرحلة الثالثة من هذه الدراسة هي دراسة تأثير إضافة طبقة Buffer Layer على سُمك الطبقة النافذة ووجد أنها تُساعد على تقليل سُمك الطبقة النافذة، إذ تم تقليل سُمك الطبقة النافذة CdS:O من (0.1 μm) إلى (0.025 μm) بعد إضافة طبقة BL التي تعمل على تقليل تيار التسرب الأمامي مما تزيد من كفاءة الخلية η. كما تم دراسة تأثير سُمك طبقة BSF على سُمك طبقة الامتصاص، تعمل طبقة

السطح الخلفي BSF على تحسين كفاءة الخلية الشمسية مع الأسماك المثلى لطبقة الامتصاص، إضافة طبقة BSF إلى الخلية التي تسهم في تقليل سُمك طبقة الامتصاص من (1.5 µm) إلى (0.25 µm) كما زادت كفاءة الخلية η من (19.11%) إلى (26.33%). المرحلة الرابعة من هذه الدراسة هي دراسة تأثير فجوة الطاقة لطبقة السطح الخلفي Cu_2Te ووجد أن أعلى كفاءة (26.33%) استحصلت عندما كانت فجوة طاقة (1.18 eV). وأن أفضل كفاءة (26.48%) وجدت عندما كانت فجوة الطاقة لطبقة الامتصاص CdTe (1.65 eV)، بينما فجوة الطاقة للطبقة النافذة CdS:O عندما كانت أقل من فجوة الطاقة لطبقة الامتصاص تدهورت مخرجات الخلية الشمسية. المرحلة الخامسة من هذه الدراسة هي دراسة تأثير درجة الحرارة للخلية المُعتمدة على معلمات الخلية الشمسية، إذ وجد أن الكفاءة η تتناقص مع زيادة درجات الحرارة عند إجراء مقارنة أداء الخلية قبل و بعد إضافة طبقة BSF، وجد أن إضافة طبقة BSF تزيد من استقرار الخلية. جميع مراحل الدراسة تمت بتثبيت طيف الإضاءة الافتراضي على المقياس العالمي (AM 1.5)، و درجة الحرارة عند درجة حرارة الغرفة (300 K)، والتردد (1 MHz) و الفولتية (0V)، كما أن مقاومة التوالي Series Resistance (R_s) و مقاومة التوازي Shunt (R_{sH}) Resistance لم يتم تفعيلهُما على اعتبار أن الخلية هي خلية مثالية.

Abstract

The first phase of this study, namely the installation of the solar cell structure with higher efficiency consisting of five layers (Back Surface Filed Layer, Absorber Layer, Window Layer, Buffer Layer, and Transparent Conductive Oxides) was designed after testing several materials for each layer, and then choose the optimum layers at which the solar cell efficiency is high, this was done by using the simulation programed SCAPS-1D. In the beginning was chosen cadmium telluride as Absorption Layer CdTe, then select oxygenated cadmium sulfide CdS:O as Window Layer, which represents the most appropriate partner for the Absorption Layer CdTe, One more step testing the Transparent Conductive Oxides (TCO), and select FTO the best TCO Layer, Zn_2SnO_4 was added as Buffer Layer, finally Copper telluride Cu_2Te was selected as the Back Surface Filed Layer in the solar cell. The second phase of this study, after installing the layers of the solar cell. The effect of the thickness of selected layers on the electrical properties curve (I-V) represented by the opening circuit voltage (V_{oc}), the short circuit current density (J_{sc}), Fill Factor (FF) and cell efficiency (η) were studied. Fixation of the thickness that have the highest cell efficiency, The thickness with highest solar cell efficiency were fixed at following parameters: Cu_2Te=0.1µm, CdTe = 0.25µm, CdS:O= 0.025µm, Zn_2SnO_4=0.050µm, FTO = 0.1µm.The third phase of this study the effect of adding Buffer Layer on thickness of Window Layer, where reducing the thickness of Window Layer (CdS:O) from about 0.1 µm to 0.025µm, after adding BSF layer, which reduces the forward leakage current and increased the cell efficiency η. The effect of the thickness of BSF layer on thickness of Absorption Layer has been studied, BSF improves the efficiency of solar cell with the optimal thickness for the Absorption Layer, by adding BSF layer which contributed to reducing the thickness of Absorbent Layer from about (1.5µm-0.25) µm, also increased the cell efficiency η from (19.11%) to (26.33%).The fourth phase of this study the effect the energy gap of the back surface layer Cu_2Te, it was found that the highest efficiency (26.33%) when an energy gap (1.18 eV). It was also found that the best efficiency (26.48%) when the energy gap of the absorbing layer CdTe (1.65 eV), and the best efficiency (26.48%) was found when the energy gap of the Absorbing Layer CdTe (1.65 eV), and when the energy gap of Window Layer CdS:O was less than the energy

gap of the Absorbing Layer, the output of the solar cell deteriorated.The fifth phase of this study the effect of temperatures of solar cell depending upon the electrical properties curve (I-V), it was found that the efficiency decreasing with increasing temperatures, and when making a comparison the solar cell performance before and after adding BSF layer, it was found that the addition of the BSF layer increased the stabilization of solar cell. All stages of the study were installed of the fixed the default spectrum lighting on the international scale (AM 1.5),Temperature installed at room temperature (300 K),and Frequency (1 MHz), Voltage (0 V), the Series Resistance (R_s) and and Shunt Resistance (R_{sH}) is not activated on the grounds that the solar cell is perfect cell.

University of Mosul
College of Education for Pure Sciences

Studying the effect of Changing Different Layers on the Performance of Solar Cell CdTe using SCAPS-1D Simulation Program

Adnan Hasan KHudhur Taha

M.Sc Thesis
Physics

Supervised by
Assist.Proff
Dr.Raad Ahmed Rasool

2021 A.D **1443 A.H**