جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة الموصل/ كلية العلوم
قسم علوم الفيزياء

محاكاة الخلية الشمسية n-CdSe/p-CdSe و تحضير الطبقة n-CdSe و دراسة خصائصها التشغيلية

مها خالد عبد الأمير صالح الحيالي

رسالة ماجستير

علوم الفيزياء

بإشراف

الأستاذ الدكتور ليث محمد سعدون الطعان

1444 هـ
2022 م

الخلاصة

تناولت هذه الدراسة تصميم خلية شمسية قائمة على اساس غشاء CdSe باستخدام برنامج المحاكاة (SCAPS)، مكونة في البداية من ثلاث طبقات هي طبقة الامتصاص p–CdSe (سيلينيد الكادميوم من النوع الموجب)، و الطبقة العازلة n–CdSe (سيلينيد الكادميوم من النوع السالب) و التي تم اختيارها من بين عدد من المواد المختارة حيث انها ذات ازاحة افضل لحزمة التوصيل مع طبقة الامتصاص و بأعلى كفاءة، و الطبقة النافذة ITO (اوكسيد قصدير الانديوم). و دراسة تأثير اسماك الطبقات في اداء الخلية، من خلال الدراسة تم اعتبار الاسماك nm (2000, 5000) كاسماك مثالية لطبقة الامتصاص و اعتبار السمك 100 nm كسمك مثالي للطبقة العازلة و سمك مثالي للطبقة النافذة و التي تكون عندها الخلية باداء جيد. و من دراسة تأثير تركيز حاملات طبقة الامتصاص و الطبقة العازلة في اداء الخلية تم اختيار التراكيز 10^{16} cm^{-3} و 10^{17} cm^{-3} كتراكيز حاملات مثالية لطبقة الامتصاص و الطبقة العازلة على التوالي، و الحصول على تركيب مثالي للخلية الاولى بسمك طبقة الامتصاص 2000 nm و بالمعلمات (V_{OC} =1.057V, J_{SC} =20.12 mA/cm^2, FF =86.53%, Eff. =18.39%) و للخلية الثانية بسمك طبقة الامتصاص nm 5000 و بالمعلمات (V_{OC} =1.084V, J_{SC} =20.87 mA/cm^2, FF =88.02%, Eff. =19.92%) ، و بعدها تم دراسة تأثير درجة الحرارة و شدة الاضاءة في اداء الخلية الاولى بعدّها الخلية المثالية، كما تم دراسة اضافة طبقة رابعة للخلية هي طبقة السطح الخلفي (BSF) اذ تعمل هذه الطبقة على تحسين و زيادة كفاءة الخلية اذ تم الحصول على كفاءة % 21.9 بسمك طبقة الامتصاص nm 1500. بينما تم في الدراسة العملية تحضير اغشية CdSe على ارضيات من الزجاج و ارضيات من ITO بطريقة الحمام الكيميائي (CBD) بزمن ترسيب 3h و درجة حرارة $50^{o}C$ و تم وضع الارضيات بزاوية ~ $(15–20)^{o}$ داخل محلول الترسيب، و من دراسة الخواص البصرية تم الحصول على قيم طاقة فجوة eV (1.9, 2.1, 2.14) و

بأسماك nm (631, 423, 368) على التوالي. و من دراسة الخواص التركيبية تبين ان الغشاء ذو تركيب مكعبي و عديم التبلور. كما تم حساب الحجم الحبيبي اذ تبين ان الحجم الحبيبي للاغشية المرسبة على ارضيات ITO اعلى مما في ارضيات الزجاج وهذا يعود الى اختلاف حجم النوى اثناء تشكل الغشاء. كما تم دراسة الخواص الكهربائية تيار– فولتية (I–V) للتركيب ITO/CdSe اذ بينت النتائج نشوء اتصال اومي ناتج من اقطاب التوصيل (Ag, ITO) مع غشاء CdSe، ومن دراسة الحساسية الضوئية للاغشية المحضرة تبين ان الحساسية الضوئية تزداد بزيادة شدة الاضاءة و بزيادة سمك الغشاء مما يدل على ان هذه الاغشية يمكن استخدامها كمتحسسات ضوئية و في الخلايا الشمسية و تطبيقات كهروضوئية اخرى.

Abstract

This study tackled the design of a solar cell based on a CdSe film using the simulation program (SCAPS), which initially consisted of three layers: the absorber layer p-CdSe (cadmium selenide of the positive type), the buffer layer n-CdSe (cadmium selenide of the negative type), which was chosen from among a number of materials because it has the best conduction band offset with the absorber layer and the highest efficiency, and ITO (indium tin oxide) window layer. And the study of the effect of layers thickness on the cell performance. Through the study, the thickness (2000, 5000) nm was considered as an ideal thickness for the absorber layer, and the thickness of 100 nm was considered as an ideal thickness for the buffer layer and an ideal thickness for the window layer at which the cell had good performance. And from the study of the effect of the concentration of the carriers of the absorber layer and the buffer layer on the cell performance, the concentrations 10^{16} cm^{-3} and 10^{17} cm^{-3} were selected as the ideal carrier concentrations for the absorber layer and the buffer layer, respectively, and an ideal composition was obtained for the first cell with the thickness of the absorber layer 2000 nm and with parameters (V_{OC} = 1.057V, J_{SC} = 20.12 mA/cm^2, FF = 86.53%, Eff. = 18.39%) and for the second cell with the thickness of the absorber layer 5000 nm and with parameters (V_{OC} =1.084V, J_{SC} =20.87 mA/cm^2, FF =88.02%, Eff. =19.92%), and then study the effect of temperature and light intensity on the performance of the first cell, which considered as the ideal cell. The addition of a fourth layer to the cell was studied, which is the back surface field layer (BSF), as this layer works to improve and increase the efficiency of the cell, as an efficiency of 21.9% was obtained with the thickness of the absorber layer 1500 nm. CdSe films were prepared on glass and ITO substrates in the experimental study using the chemical bath technique (CBD) with a deposition time of 3h and a temperature of 50^{o}C, and the substrates were positioned at an angle of ~(15-20)^{o} within the deposition solution. The grain size was also calculated, as it was found that the grain size of

the films deposited on ITO substrates is higher than on the glass substrates, and this is due to the difference in the size of the nuclei during the formation of the film. The electrical properties of current-voltage (I-V) of the ITO/CdSe composition were also studied, as the results showed the emergence of an Ohmic contact resulting from the conduction electrodes (Ag, ITO) with the CdSe film, the photosensitivity of the produced films was studied, and it was discovered that the photosensitivity rises with the intensity of illumination and with the thickness of the film, indicating that these films can be employed as photodetectors, solar cells, and other photovoltaic applications.

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and
Scientific Research
University of Mosul / College of Sciences
Department of Physics

Simulation of n-CdSe/p-CdSe Solar Cell and Prepare the n-CdSe Layer and Study its Operational Properties

Maha Khalid Abdulameer Al-Hayali

M.Sc. Thesis

Physics

Supervised by

Prof. Dr.

Laith Mohammed Al Taan

1444 A.H 2022 A.D