

**MODELING OF THE SOLAR ELEMENT WITH THIN FILM** **Cu_2ZnSnS_4 / Si**Berdaliev is the son of Farrukh Tursunali ¹, Turaev Zafar Fayzullaev ²Abduazim Kuchkorali ugli ³^{1,3} Gulistan State University² National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek<https://doi.org/10.5281/zenodo.4748857>**ARTICLE INFO**Received: 1st May 2021Accepted: 5th May 2021Online: 10th May 2021**KEY WORDS**

Photocells, modeling, SCAPS (Solar Cell Capacitance Simulator) -1D, information, electronics

ABSTRACT

In this scientific article, the effect of external and semiconductor parameters on the basic properties of a solar cell was studied by modeling thin-film solar cells using SCAPS 1D software. As an external factor, the effect of temperature, solar radiation and the concentration of charge carriers on the semiconductor material, the width of the band gap, the film thickness, the coefficient of filling of the solar cell, and its efficiency were studied.

The obtained results can be used in the selection of the optimal parameter in the process of obtaining thin-film solar cells, in the evaluation of the properties of the created solar cell. SCAPS 1D is based on the fact that it can be used by undergraduate and graduate students to organize virtual laboratory work to study solar elements.

ЮПҚА ПЛЕНКАЛИ Cu_2ZnSnS_4 /Si ҚУЎШ ЭЛЕМЕНТИНИ МОДЕЛЛАШТИРИШБердалиев Фаррух Турсунали ўғли ¹, Тураев Зафар Файзуллаев ²Абдуазим Қучқарали ўғли ³^{1,3} Гулистон давлат университети² Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон миллий университети**MAQOLA TARIXI**

Qabul qilindi: 1-May 2021

Ma'qullandi: 5-May 2021

Chop etildi: 10-May 2021

KALIT SO'ZLAR

Фотоелементлар,
моделлаштириши,
SCAPS(Solar Cell
Capacitance Simulator)-1D,
информацион, электроника

ANNOTATSIYA

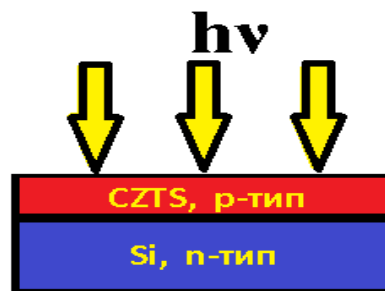
Mazkur ilmiy maqola yuqqa plyonkali quyosh elementlarini SCAPS 1D dasturi yordamida quyosh elementining asosiy xususiyatlariga tashqi va yarimo'tkazgich parametrlarini ta'siri modellashtirish orqali o'rganilgan. Tashqi omil sifatida harorat, quyosh radiatsiyasi va yarimo'tkazgich materiali zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi, taqiqlangan soha kengligi, plyonka qalinligining quyosh elementi to'ldirish ko'rsatkichlari, samaradorligiga ta'siri o'rganilgan.

Olingan natijalardan yuqqa plyonkali quyosh elementlarini olish jarayonida optimal parametrlarni tanlashda, yaratilgan quyosh elementini xususiyatlarini baholashda foydalanish mumkin. SCAPS 1D dasturidan bakalavr va magistratura talabalariga quyosh elementlarini tadqiq qilish uchun virtual laboratoriya ishlari tashkil qilishda foydalanish mumkinligi asoslangan.

Охирги йилларда CIGS нинг алтернатив варианты бўлган $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (CZTS) - $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$ (CZTSe) системасига ва унинг қаттиқ аралашмаси бўлган $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{Si}_{1-x}\text{Se}_x)_4$ (CZTSSe) га катта эътибор берилмоқда[1-3]. CZTS нинг оптик ютиш коэффициентини 10^4 см^{-1} дан ортиқ ва тақиқланган зона кенглиги 1.4-1.5 эВ эканлиги бу материал асосида юқори эффективликка эга ҚЭ олиш имконини бериши мумкин. CZTSSe асосидаги фотоэлементларнинг ФИК охирги бир неча йиллар давомида 5.4% дан 12.6%га етди. Назарий ҳисобланган қиймати эса 32.4% гача етиши мумкинлигини кўрсатади[4].

Бизнинг ишда CZTS/Si қуёш элементини моделлаштиришда SCAPS(Solar Cell Capacitance Simulator)-1D дастуридан фойдаланилди. Бу дастур Белгиянинг Гент Университети

Электроника ва информацион системалар кафедрасининг тадқиқотчилари Alex Niemegeers, Marc Burgelman ва бошқа тадқиқотчилари томонидан яратилган. Бу дастур дастлаб CuInSe_2 ва CdTe оиласидаги структуралар учун яратилган. Бир қанча такомиллаштиришлар дастурнинг имкониятларини кенгайтириб кристалл тузилишга эга бўлган Si ва GaAs учун ҳам қўллаш мумкин ҳолга келтирилди. Бу дастур ёрдамида 7 қатламгача бўлган кўп қатламли ҚЭни моделлаштириш мумкин. SCAPS дастури бир вақтнинг ўзида ВАХ(вольт-ампер характеристикаси), C-V, C-f характеристикаларини ва ҚЭнинг зонавий диаграммасини чизиш, қисқа туташув токи, салт юриш кучланиши, тўлдириш коэффициенти, ФИК(фойдали иш коэффициенти) ни ҳисоблаш имконини беради.

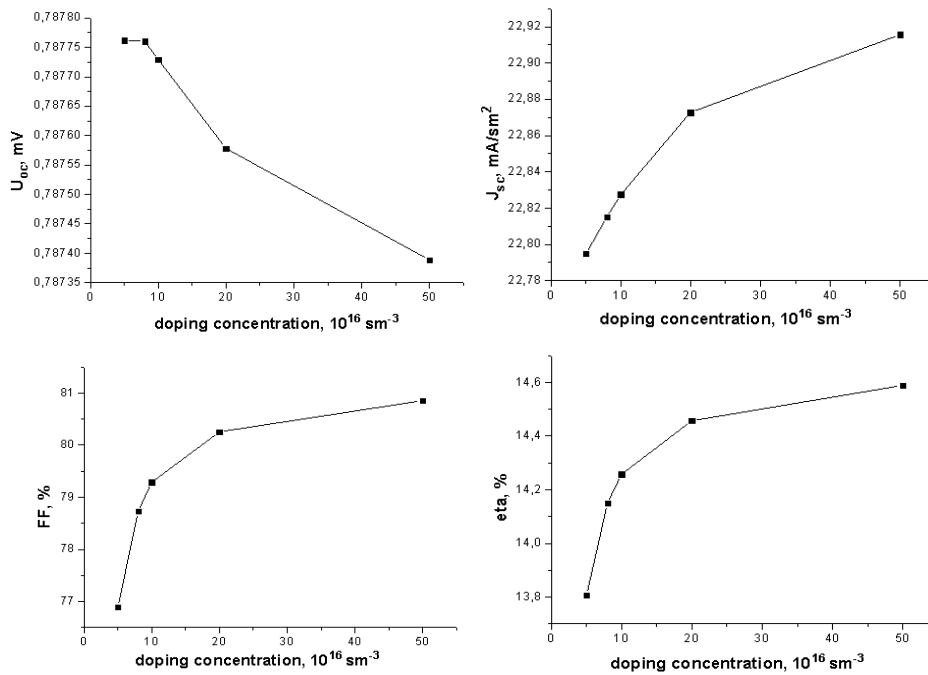


1-расм. Моделлаштиришда фойдаланилган CZTS/Si структурали қуёш элементи.

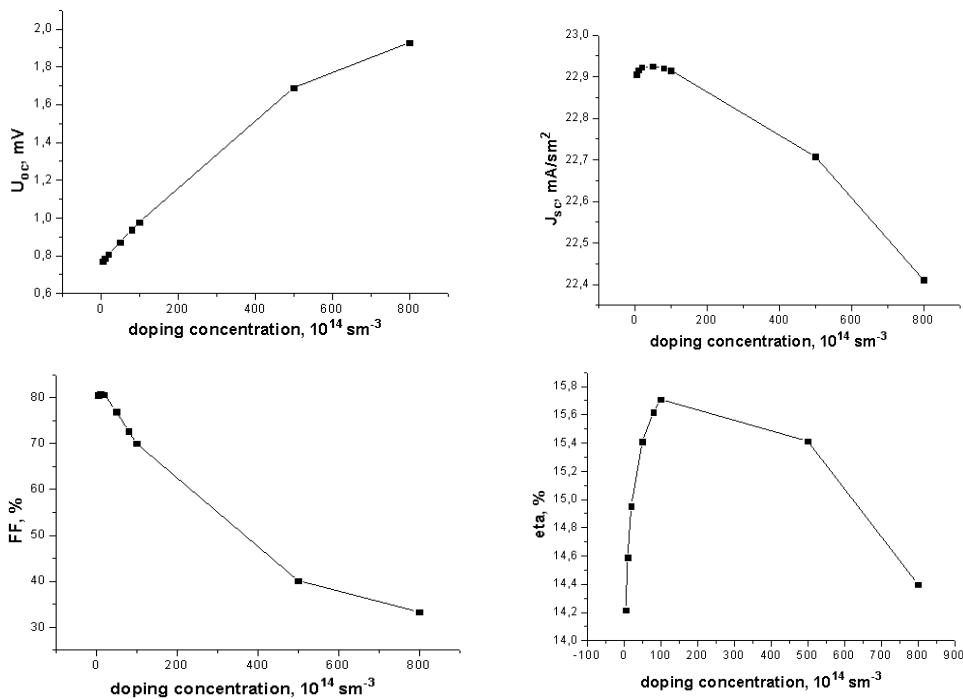
Биз 1-расмда кўрсатилган икки қатламдан иборат структурани SCAPS дастурида моделлаштирдик. Бу структурада CZTS яримўтказгич материали р-тур ўтказувчанликка, Si яримўтказгич материали n-тур ўтказувчанликка эга. Дастурга киритилиши лозим бўлган

CZTS ва Si нинг параметрларини илмий мақолалар, илмий адабиётлардан

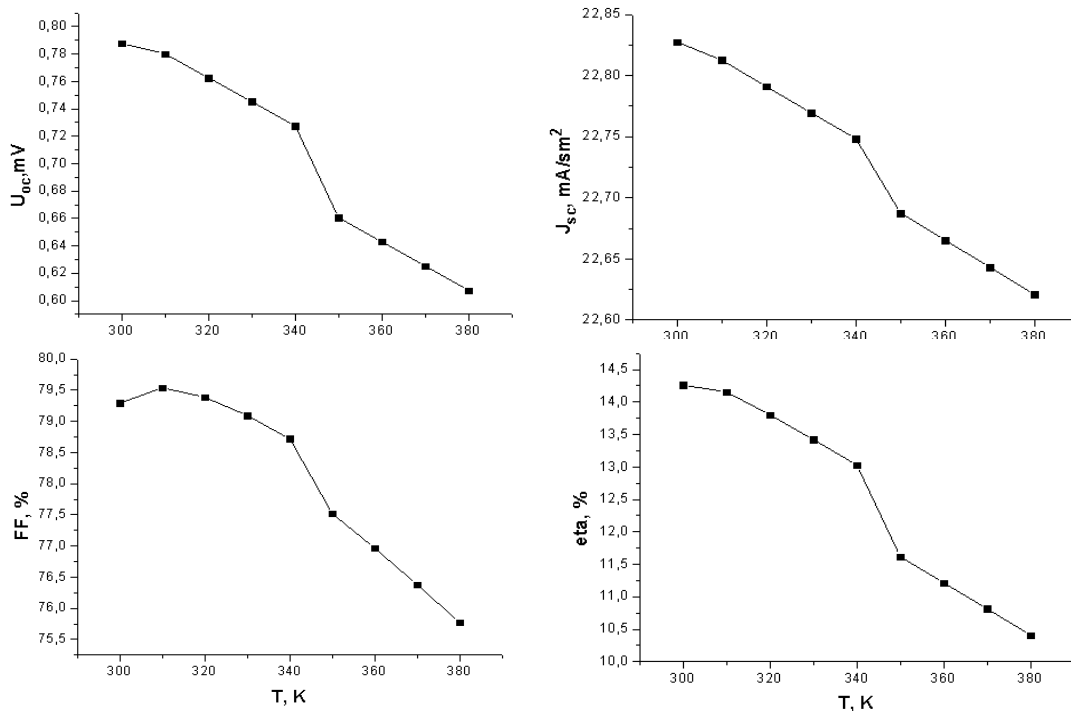
олинди ва бази параметрларнинг ўртача қийматлари ҳисобланган. Моделлаштириш жараёнида қуёш элементи қатламларининг қалинлигининг, заряд ташувчилар концентрацияси, температура ўзгаришининг қуёш элементининг асосий кўрсаткичларига таъсири ўрганилди. Моделлаштириш жараёнида олинган натижалар 2-4-расмларда келтирилган.



2-расм. CZTS қатлами заряд ташувчилар концентрациясининг турли қийматларида қуёш элементининг асосий характеристикалари (U_{oc} -салт юриши кучланиши, J_{sc} -қисқа туташув токи, FF -тўлдириш коэффициентини, η - фойдали иш коэффициентини).



3-расм. Si қатлами заряд ташувчилар концентрациясининг турли қийматларида қуёш элементининг асосий характеристикалари (U_{oc} -салт юриши кучланиши, J_{sc} -қисқа туташув токи, FF -тўлдириш коэффициентини, η - фойдали иш коэффициентини).



4-расм. Турли температураларда қуёш элементининг асосий арактеристикалари (U_{oc} -салт юриш кучланиши, J_{sc} -қисқа туташув токи, FF-тўлдириш оэффициенти, eta- фойдали иш коэффициенти).

CZTS қатламининг концентрацияси $5 \cdot 10^{14}$ - $8 \cdot 10^{16} \text{см}^{-3}$ оралиғида ўзгартирилди ва энг юқори самарадорлик $1 \cdot 10^{16} \text{см}^{-3}$ да 15.71% га тенг бўлди. Si қатламининг концентрацияси $5 \cdot 10^{16}$ - $5 \cdot 10^{17} \text{см}^{-3}$ самарадорлик концентрация ортиши билан ошиб бориши кузатилди, бу жараённи

ҳажмий заряд соҳасининг кенглиги ўзгариши ва силжиши билан изоҳлаш мумкин. Ташқи ҳарорат 300 -380 К оралиғида ўзгартирилди ва температура ортиши билан самарадорлик 14.26% дан 10.41% гача камайгани кузатилди.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. A. Walsh, S.Y. at all, Adv. Energy Mater., 2 (2012), p. 400
2. Юсупов А.Адамбаев К.Тураев З.З,Алиев С.Р. Кутлимратов А., Создание и электрические свойства гетеропереходов $p\text{-Cu}_2\text{ZnSnS}_4/n\text{-Si}$, Письма в ЖТФ, 2017, том 43, вып. 2, С. 98-103
3. A.Yusupov, K.Adambaev, Z.Z. Turaev, Some Electrical and Photoelectric Characteristics that Are Promising for Photoconverters $p\text{-Cu}_2\text{ZnSnS}_4/n\text{-Si}$ Heterostructures, Appl. Solar Energy, USA, October 2015, Volume 51, Issue 4, pp 311-313.
4. W. Ki, H.W. Hillhouse, Adv. Energy Mater., 1 (2011), p. 732