



CUZZNSNS4 / SI SOLAR ELEMENT IN SCAPS 1D BEGINNING PANEL INTERFACE

Cho'liyev Toxirjon Abdulloyevich¹, Berdaliyev Farrux Tursunali o'g'li¹,
Turayev Zafarjon Zaynitdinovich²

¹ Gulistan State University,

² Mirzo Ulugbek National University of Uzbekistan

sv_farruhberdaliev@mail.ru, chuliyevtohirjon@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.4958751>

ARTICLE INFO

Received: 01st June 2021

Accepted: 05th June 2021

Online: 10th June 2021

KEY WORDS

Photoelements,
modeling, SCAPS (Solar
Cell Capacitance
Simulator) -1D,
electronics, computer
science, parameters,
semiconductor equation.

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.

SCAPS 1D БОШЛАНҒИЧ ПАНЕЛИ ИНТЕРФЕЙСИДА ЮПҚА ПЛЁНКАЛИ CUZZNSNS4/SI ҚУЁШ ЭЛЕМЕНТИ

Чўлиев Тохиржон Абдуллоевич¹, Бердалиев Фаррух Турсунали ўғли¹, Тураев
Зафаржон Зайнитдинович²

¹ Гулистон давлат университети,

² Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон миллий университети

sv_farruhberdaliev@mail.ru, chuliyevtohirjon@gmail.com

MAQOLA TARIXI

Qabul qilindi: 01-iyun 2021

Ma'qullandi: 05-iyun2021

Chop etildi: 10-iyun 2021

KALIT SO'ZLAR

Фотоэлементлар,
моделлаштириш, SCAPS
(Solar Cell Capacitance
Simulator)-1D,
электроника,
информатика,

ANNOTATSIYA

Мазкур илмий мақола юпқа плёнкали қуёш элементларини ССАПС 1Д дастури ёрдамида қуёш элементининг асосий хусусиятларига ташқи ва яримўтказгич параметрларининг таъсири моделлаштириш орқали ўрганилган. Ташқи омил сифатида ҳарорат, қуёш радиацияси ва яримўтказгич материали заряд ташувчилар концентрацияси, тақиқланган соҳа кенлиги, плёнқа қалинлигининг қуёш элементи тўлдирish коэффициенти, самарадорлигига таъсири ўрганилган.



параметрлар,
яримўтказгич
тенгламаси.

Олинган натижалардан юпқа плёнкали қуёш элементларини олиш жараёнида оптимал параметрларини танлашда, яратилган қуёш элементини хусусиятларини баҳолашда фойдаланиш мумкин. ССАПС 1Д дастуридан бакалавриат ва магистратура талабаларига қуёш элементларини тадқиқ қилиш учун виртуал лаборатория ишларини ташкил қилишда фойдаланиш мумкинлиги асосланган.

Тадқиқот объекти ва қўлланиладиган методлар

Бу ишда турли фотоволтаик юпқа плёнкали қуёш батареяларининг параметрларини баҳолаш ва таҳлил қилиш учун рақамли моделлаштириш амалга оширилади. Девисе моделлаштириш бағишланган симуляцион дастури "Қуёш хужайра сифим симулятори" (қовоқлари) амалга оширилиши мумкин. Фотоволтаик қурилманинг ишлашини таҳлил қилиш учун, абсорбер, буфер ва ойна қатламларининг қалинлиги ва допинг концентрацияси, ҳарорат таъсири ва қуёш камерасида қуёшнинг ёруғлик кучи таъсири каби турли хил физик параметрлар бўйича таҳлил қилинади.

Олинган натижалар ва уларнинг таҳлили

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 $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x)_4$ (CZTSSe) га катта этибор берилмоқда. 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 қуёш энергиясини 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.

Бизнинг ишда CZTS/Si қуёш элементини моделлаштиришда кучли програмислар томонидан ишлаб чиқилган SCAPS-1D (Solar Cell Capacitance Simulator) 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 ҳолда келтирилди. Бу дастур ёрдамида 7 қатламгача бўлган кўп қатламли қуёш энергиясини моделлаштириш мумкин. SCAPS дастури бир вақтнинг ўзида ВАХ (вольт-ампер характеристикаси), C-V, C-f характеристикаларини ва квант самарадорлигининг зонавий диаграммасини чизиш, қисқа туташув токи, салт юриш кучланиши, тўлдириш коэффициенти, ФИК (фойдали иш коэффициенти) ни ҳисоблаш имконини беради.



1-расм: SCAPS - 1D симуляторни ишга тушириш панели интерфейси.

Бизга 1-расмда кўрсатилган бўлимларнинг умумий кўриниши куйидагича

1-бўлим- қуёшнинг тузилишини аниқлаш учун “Муаммоларни ўрнатинг” тугмаси босилади. Муаммонинг таърифи асосан физикавий хусусиятлар ҳақида батафсил маълумотга ега ҳар хил қурилма қатламлари мавжуд. “Муаммони ўрнатиш” тугмачасини босиш орқали бошқариш панел очилади, бу ерда биз ҳар хил қатлам физикавий хусусиятларини аниқлашимиз мумкин.

2-бўлим- бу симуляцияларнинг турли ўлчовлари учун “Ҳаракат” ойнаси ўқиш ўлчови созуламалари жойлашган. Ушбу бўлим I-V характеристикалари шкаласи созуламаларини ўз ичига олади ва калибрлаш, квант самарадорлиги (QE) ўлчовлари, сиғим-кучланиш (C-U) ўлчовлари ва сиғим частотаси (C-f) ўлчовлари ўзида жамлаган. Агар керак

бўлса, аргументнинг якуний қиймати ва қадамлар сони ўрнатса ҳам бўлади.

3-бўлим- “Ёритиш” ёруғлик ва қоронғи ҳолатни танлаш учун мўлжалланган. симуляция ва спектр стандартлари жойлашган бўлим.

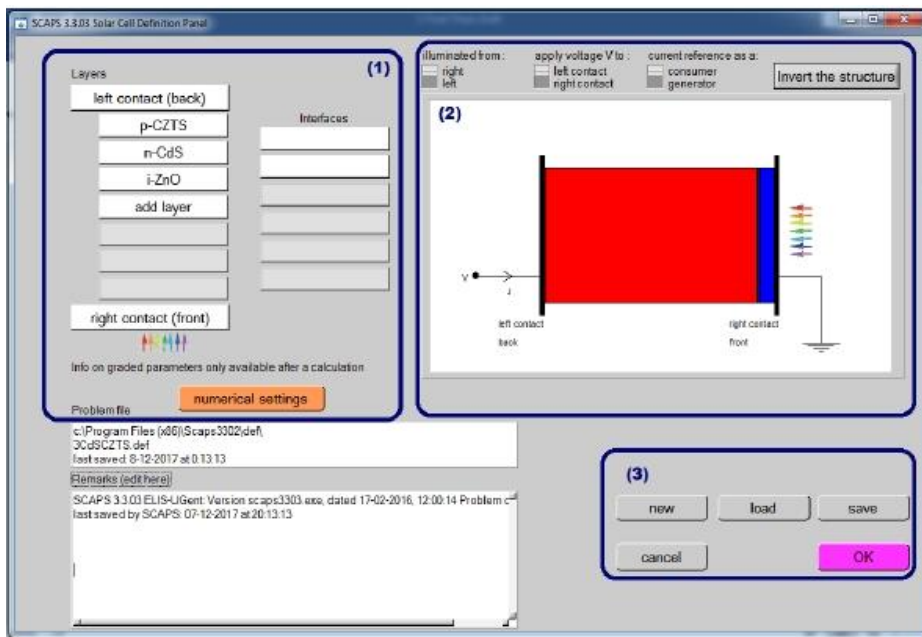
4-бўлим- “Иш нуқтаси” ишчи ҳарорат қийматларини созулаш учун агар керак бўлса, кетма-кет ёки шунга қаршилиларни қўшиш учун мўлжалланган бўлим.

5-бўлим- битта зарбани ҳисоблаш, партияни ҳисоблаш ва егри чизиқ учун мўлжалланган симуляция қилинган қурилма. Партия қийматлари ва уларнинг параметрлари ҳам шу ерда танланади.

6-бўлим “Ҳисоблаш натижалари” ни ўлчаш ва кўрсатиш учун симуляция қилинган қурилма (энергия), I-V, QE, C-V ва C-энергия каби энергия диапазонига олиб келади.

Муаммони аниқлаш интерфейси-муаммонинг таърифи асосан турли хил физикавий хусусиятлар ҳақида батафсил маълумотга ега бўлган қурилма қатламлари жойлашган. "Муаммоларни ўрнатиш" тугмачасини босиш орқали биз бошқа интерфейс очилади. Турли қатлам физик хусусиятларини аниқлаш. Ушбу

интерфейс бажарилади "Қурилма" деб ҳам номланган аниқлаш интерфейси 2-расмда кўрсатилган. Ушбу интерфейс муҳим рол ўйнайди. Жисмоний параметрларнинг турли қатламларини аниқлаш ёки ўрнатиш сабабли қурилмани симуляция қилиш ва қурилма тузилишини ишлашини таминлайди.



2-расм. Қурилмани аниқлаш интерфейси

Қурилмани аниқлаш интерфейсининг учта қисми мавжуд ва ушбу бўлимларнинг тафсилотлари қуйидагича.

1-бўлим. Қурилма тузилишининг бошқа қатламини олд томони билан аниқлашга мўлжалланган ва орқа алоқагача. Дастур максимал 7 қаватли тузилган қурилмани симуляция қила олади SCAPS дастурий таъминот мавжуд.

2-бўлим. Белгиланган фотоелектрик қурилмалар тузилишини намоиш қилиш ёки кўриш учун мўлжалланган орқа ва олдинги алоқа билан. Қўшимча тугмалар танлаш учун қурилмани орқа алоқа томони ёки олд томони ёниб туради қурилмага қўлланиладиган кучланиш ва оқим мосламаси.

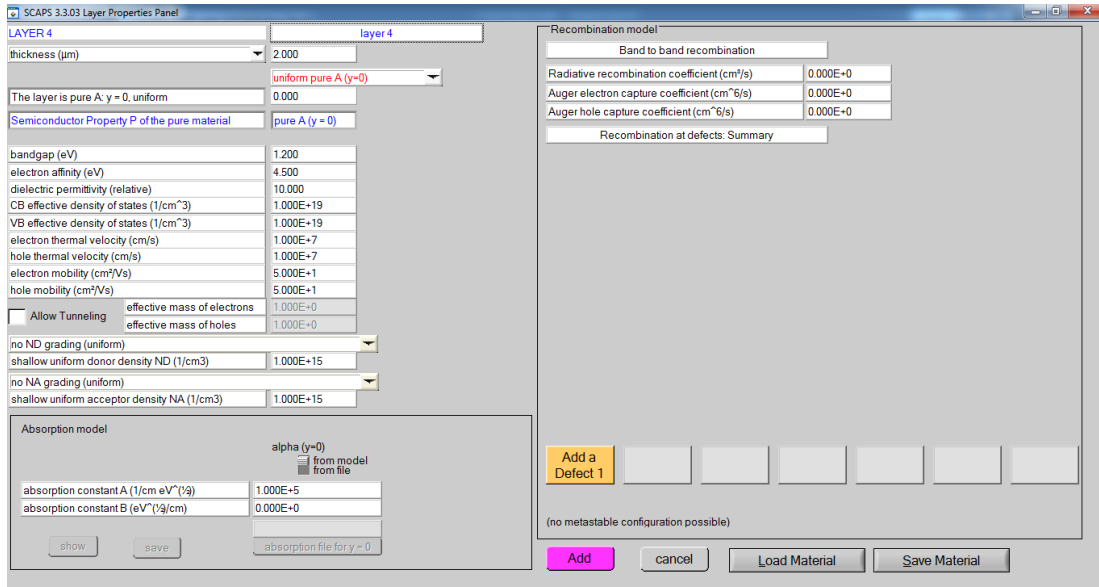
3-бўлим. Белгиланган файлни кутубхонага сақлаш учун тугмачалари бўлган ва қурилма тузилишини аниқлаш файлларини юклаш. Бекор қилиш ва ОК тугмалари учун қурилманинг таърифи интерфейсини тарк етиш ёки киритиш ва фойдаланувчини ишга туширишда қайтариш интерфейслари мавжуд.

Қурилма тузилиши қатламларини қўшиш

Қурилмани моделлаштириш учун SCAPS-1 D дастурида қатламларни қўшиш ёки аниқлаш 2-расм 1-бўлимда берилган "қатлам қўшиш" тугмачасини босиш орқали амалга оширилади. Тугмачасини босиш layer хусусиятлари интерфейси очик бўлади. Ўрнатиш ёки

layer хусусиятлари интерфейс қатлами жисмоний параметр қийматлари

қўшамиз. Интерфейс 3-расмда кўрсатилган.



3-расм: Қатлам хусусиятлари панели

Рақамли моделлаштириш ёки белгиланган қурилма тузилиши таҳлил бундай absorber қатлами, буфер қатлами ва ойна қатлами сифатида барча қатламлари жисмоний параметрларини белгилаб кейин SCAPS-1D дастурий амалга оширилади. Турли қатламларнинг физик параметрларининг фотоволтаик қурилма ишлашига таъсири таҳлил қилинади. Бу физик параметрлар absorber ва буфер қатлам қалинлиги, уларнинг доимий концентрациялари ва ишлаш ҳароратидир.

Қурилма тузилиши SCAPS-1D дастури ёрдамида рақамли моделлаштириш асосида тасвирланади. Таҳлил, уларнинг ҳужайра ишлашига таъсирини таҳлил қилиш учун абсорбер, буфер ва ойна қатламларининг қалинлиги ва допинг концентрацияси ва иш ҳарорати каби қуйидаги параметрлар бўйича амалга оширилди. Турли симуляция дастурлари каби SCAPS-1D ва *Origen* 8.0 фотоволтаик қуёш ҳужайраларини таҳлил қилиш учун ишлатилади.

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.П. Кутлимратов А., Создание и электрические свойства гетеропереходов p-Cu₂ZnSnS₄/n-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- Cu₂ZnSnS₄/n-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
5. F. Baig, S. Ullah, B.M. Soucase, S. Beg, H. Ullah, Numerical modeling baseline for high efficiency (Cu₂FeSnS₄) CFTS based thin film kesterite solar cell, Optik (Stuttg). 164 (2018) 547–555.



6. Yousaf Hameed Khattak, Modeling of High Power Conversion Efficiency Thin Film Solar Cells
(February, 2019)