

теплоносія до високих температур, подовжує строк експлуатації ФЕПів, ламінуючих плівок й полімерних компонентів. Задля уникнення не продуктивних втрат кращим рішенням є догрівання теплоносія теном в теплоізовованому баку, використовуючи для цього отриману в модулі електрику. Зараз відпрацьовуємо цикл виробництва ДСЕТГ-ПЛ. Наш варіант модульної конструкції має малу вагу й формується ламінуванням корпусу пластикового колектору до готової фотоелектричної панелі, через що мінімізується внесок ручної праці та знижується собівартість продукту. На даний час працюємо над двухсекційним модулем на базі панелі RSM156-6-440M загальною площею поверхні ~ 2,2м² й електричною потужністю - 440 Вт. Подано заявку на міжнародний патент.

Посилання:

1. M. Lämmle, G. Ryan, M. Herrando, Basic concepts of PVT collector technologies, applications and markets IEA. SHC Task 60/Report D, 05. 01.05.2021.
2. Корнаракі О.В., Шляга Л.І. Світловий електротепло-генератор і перетворювач світлової енергії. ПУ № 51573 А. 15.11. 2002, Бюл. № 11.
3. О. В. Корнаракі, О. А. Багірова, Двосторонній сонячний електротеплогенератор. ПУ на корисну модель № 55707, 27.12.2010., Бюл. № 24.
4. О. А. Багірова, О. Л. Кургузов Двосторонній сонячний електротеплогенератор пластиковий. ПУ на корисну модель № ф 1409440, 10.03. 2020, Бюл.№ 5.

Підібрані конструкційні матеріали, відпрацьовані режими експлуатації модулів й основні технологічні ланки виробництва.

Selected construction materials, developed modes of operation of modules and the main technological units of production.

Охолодження одностороннього модуля дозволяє отримати в пік інсоляції на 16 % більше електрики порівняно з контрольною фотоелектричною панеллю при витраті теплоносія 3,5 л/хв.

COMPARISON OF PLANAR AND PYRAMIDAL TEXTURED SILICON SOLAR CELL

Botirjon Urmanov, Rayimjon Aliev, Jasurbek Gulomov

Andijan State University

Tel. +998994327042, e-mal: jasurbekgulomov@yahoo.com

If morphology of the surface of the solar cell changes, depending on its photoelectric properties with angle of incident light will change. So, in this paper, photoelectric properties of silicon based solar cells which were covered with upright pyramids which angle of base was various, dependence on angle of incident light, was researched. From obtained results, it was found that when the angle of incident light is varied from 0° to 80°, the short circuit current densities of planar, pyramidal textured silicon solar cell with 50.4° and 70.4° of angle of base of pyramids have been decreased to 82.6%, 88.8%, 89.8%, their open circuit voltages have been decreased to 10.5%, 12.8%, 14.1% as well as their fill factors have been decreased to 1.9%, 2.2%, 3.2%.

Nowadays, angle of base of pyramids which were formed on the surface of SSC, is 54°. Because crystalline orientation of the surface of silicon is (111). In our previous research, the highest efficiency was observed when ABP (angle of base of pyramid) was 70.4°. So, in this research, PSSC (planar silicon solar cell), 540-PTSSC (silicon solar cell which was covered with pyramidal textured which angle of base is 54°) and 70.4°-PTSSC (silicon solar cell which was

covered with pyramidal textured which angle of base is 70.4°) are chosen as research object. In this paper, periodical pyramidal textures have been formed on the surface SSC, because when Zheng Fang chemical fed the surface of silicon with alkali NaOH during 456s, the same size textures formed on the surface of silicon [1].

Instrument of Sentaurus Structure Editor of Sentaurus TCAD is used in order to geometric model of semiconductor devices is created. In the figure 1, three types: PSSC (a), 54° -PTSSC (b) and 70.4° -PTSSC (c) are described.

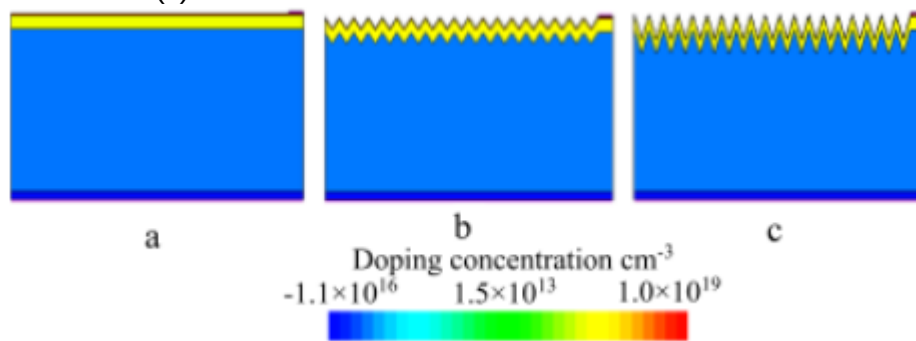


Figure 1. Geometric models of the solar cells which formed in SDE. a – PSSC, b – 54° -PTSSC, c – 70.4° -PTSSC.

Various textures were formed on the surface of solar in order to more rays are absorbed. According to our theoretical research, ray which fall to between two pyramids, might refract 4 times. If ABP is $80^\circ > \alpha > 64^\circ$, ray which fall in them between, refract 4 times. Only if laws of optical is used, maximum absorption coefficient of 73.12° -PTSSC is formed. But, if surface of solar cell improves, value of recombination improves too. So, all of optical, thermic and electric properties of solar cell are taken into account in the Sentaurus TCAD, efficiency of the ABP 70.4° might be maximum. Because, if ABP is increased, absorption coefficient and value of recombination of the surface improves too. Then, efficiency improved 1.6 times than simple planar solar cell. In the experiment, when chemically treated with NaOH or KOH, regular pyramids which angle of base is 54.74° , forms on the surface of KAQE [2]. Also, efficiency improves 1.33 times than simple PKQAE [3].

If AOI changes, intensity of light which absorbed in solar cell, changes too. Short circuit current of solar cell is very sensitive to changing intensity of light. In the figure 2, short circuit current of PSSC (1), 54° -PTSSC (2) and 70.4° -PTSSC (3) dependence on AOI has been described. When AOI changed from 0° to 80° , short circuit current decreased to 82.6% for PSSC, to 88.78% for 54° -PTSSC, to 89.8% for 70.4° -PTSSC. Decreasing of short circuit current of 520° -PTSSC to 83.8%, is identified when AOI changes from 0° to 80° , by module of SunSolve of Mandy Lewis "SMARTS" program [4].

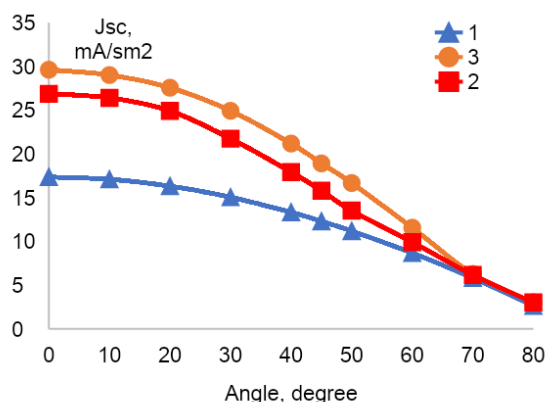


Figure 2. Dependence of the short circuit current of PSSC (1), 54°-PTSSC (2) and 70.4°-PTSSC (3) on AOI.

Effect of AOI to photoelectrical properties of the silicon solar cell has been comprehensively studied. According to angle of base of textures which are formed on the surface of SSC, its photoelectric parameters dependence on AOI changed. In conclusion, if value of AOI is 0°, short circuit current of 70.4°-PTSSC and open circuit voltage is bigger than PSSC and 54°-PTSSC, if value of AOI is 80°, almost they are equal. So, if value of the AOI increases, photoelectric parameters of 70.4°-PTSSC decreased faster than other constructions of KAQE. So, if geometric structure of silicon solar cell changes, its photoelectric properties dependence on AOI changes. For this reason, when geometric structure changes, reflection, transmission, absorption coefficient of solar element changes also. According to value of short circuit current and efficiency, it is preferred that 70.4°-PTSSC is used in any continent of the world. Because, short circuit current and efficiency of 70.4°-PTSSC is better than others PTSSC, at all of values of AOI.

References:

1. Z. Fang, Z. Xu, D. Wang, S. Huang, and H. Li, "The influence of the pyramidal texture uniformity and process optimization on monocrystalline silicon solar cells," *Journal of Materials Science: Materials in Electronics* 2020 31:8, vol. 31, № 8, pp. 6295–6303, Mar. 2020, doi: [10.1007/S10854-020-03185-1](https://doi.org/10.1007/S10854-020-03185-1).
2. Z. Mrazkova et al., "Optical properties and performance of pyramidal texture silicon heterojunction solar cells: Key role of vertex angles," *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, vol. 26, № 6, pp. 369–376, Jun. 2018, doi: [10.1002/PIP.2994](https://doi.org/10.1002/PIP.2994).
3. F. C. Marques, J. Urdanivia, and I. Chambouleyron, "A simple technology to improve crystalline-silicon solar cell efficiency," *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol. 52, № 3–4, pp. 285–292, Apr. 1998, doi: [10.1016/S0927-0248\(97\)00242-0](https://doi.org/10.1016/S0927-0248(97)00242-0).
4. M. R. Lewis et al., "Angular Dependence of Textured Bifacial Silicon Heterojunction Solar Cells for High Latitudes," *Conference Record of the IEEE Photovoltaic Specialists Conference*, pp. 1919–1923, Jun. 2019, doi: [10.1109/PVSC40753.2019.8980857](https://doi.org/10.1109/PVSC40753.2019.8980857).

УДК 621.472

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДОСЛІДНОГО ЗРАЗКА ГІБРИДНОЇ ДАХОВОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ПОТУЖНІСТЮ 2.5 КВТ

В. О. Войтех

Інститут електродинаміки НАН України, пр.Перемоги 56, м. Київ 03057, Україна
тел.+380663105164, e-mail: vvoitekhh@gmail.com

Наведено результати експлуатації дослідного зразка гібридної дахової фотоелектричної електростанції потужністю 2,5 кВт, розробленого та виготовленого в Інституті електродинаміки НАНУ. Проведено аналіз кількості генерованої енергії в загальну електричну мережу протягом жовтня 2021 – березня 2022 року, експериментальні значення ККД та коефіцієнта потужності розроблених перетворювачів електричної енергії фотоелектричних панелей у мережеву. Наведено економічні характеристики, термін окупності капіталовкладень та рекомендації з впровадження.

Ключові слова: перетворювач, фотоелектрична панель, відновлювальні джерела енергії, генерована енергія, термін окупності.

HYBRID ROOF PHOTOELECTRIC POWER PLANT WITH A POWER OF 2.5 KW TEST SAMPLE OPERATION RESULTS

V. Voitekhh