

Comprehensive optimization of the frontal structure elements of solar cells for space application

V.A.Antonova, V.N.Borschev, V.R.Kopach , N.P.Klochko* ,
A.M.Listratenko, N.I.Slipchenko, V.I.Shkalet**

Research and Technology Institute for Instrument Engineering,
40/42 Primakov St., 61010 Kharkiv, Ukraine

*National Technical University "Kharkiv Polytechnical Institute",
21 Frunze St., 61002 Kharkiv, Ukraine

Received March 12, 2002

The most rational ways to increase the efficiency of Ukrainian single crystal silicon solar cells (SC) for space application from 13–15 % to 16–18 % under extra-atmospheric solar irradiation have been considered and the optimum methods for realization of those ways have been discussed. The urgency of photoluminescence usage to fit the solar radiation spectral composition on the anti-reflecting coating (ARC) surface to the maximum of the SC spectral response has been shown and the possible methods of the photoluminescence usage to that end have been considered. Recommendations for the optical thickness optimization of single-layer TiO_2 ARC and bilayer $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (or ITO) one are presented under account for the modified solar radiation spectral composition. Attention is drawn to the capability of a considerable recombination loss reduction at the n^+ layer frontal surface due to its saturation by CN groups prior to thermal growing of passivating SiO_2 layer. The geometry optimization results have been presented for a comb-shaped frontal current-collecting electrode providing the SC surface shading no more than 4.8 % and the electric power (EP) loss in the series resistance of the device no more than 3 % of the full EP generated by the SC.

Проанализированы наиболее рациональные пути и оптимальные способы их реализации для повышения коэффициента полезного действия отечественных монокристаллических кремниевых фотоэлектрических преобразователей (ФП) космического назначения с 13–15 % до 16–18 % в условиях заатмосферного солнечного излучения. Показана актуальность и рассмотрены варианты использования фотолюминесценции для подгонки спектрального состава солнечного излучения на поверхности просветляющего покрытия (ПП) к максимуму спектральной чувствительности ФП. Приведены рекомендации по оптимизации оптической толщины однослойного ПП из TiO_2 и двухслойного ПП из $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (или ITO) с учетом модифицированного спектрального состава солнечного излучения. Акцентируется внимание на возможности существенного снижения рекомбинационных потерь на фронтальной поверхности n^+ -слоя за счет ее насыщения группами CN перед выращиванием термического пассивирующего окисла SiO_2 . Представлены результаты оптимизации геометрии фронтального гребенчатого токосъемного электрода, обеспечивающей затенение поверхности ФП не более 4,8 % и потерю электрической мощности (ЭМ) на последовательном сопротивлении прибора не более 3 % полной ЭМ, вырабатываемой ФП.