

БОНДАРЕНКО С.А., ЗАЙЦЕВ Р.В., КОПАЧ В.Р., канд. техн. наук
КИРИЧЕНКО М.В., асп.

ЗАВИСИМОСТЬ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ КРЕМНИЕВЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ТИПА «ФОТОВОЛЬТ» ОТ УГЛА ПАДЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ИХ ПРИЕМНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

Разработанные к настоящему моменту высоковольтные монокристаллические кремниевые фотоэлектрические преобразователи (ФЭП) типа «фотовольт» с вертикальными p-n переходами имеют КПД, достигающий 25 % при 500-кратной концентрации солнечного излучения на приемной поверхности. Дальнейшее повышение КПД фотоэлектрических преобразователей такого типа и существенное упрощение конструкции фотоэнергетической установки с солнечной батареей на их основе возможно при снижении чувствительности ФЭП типа «фотовольт» к углу α падения солнечного излучения на его приемную поверхность. Поэтому задачей работы являлось изучение зависимости выходных параметров Si-ФЭП типа «фотовольт» обычной конструкции от угла α .

Исследованные в работе монокристаллические Si-ФЭП типа «фотовольт» имели приемную поверхность 2 см^2 и состояли из 35 последовательно состыкованных вертикальных диодных ячеек (ВДЯ) с n^+ -p- p^+ структурой толщиной 150 мкм. Их выходные параметры: плотность тока короткого замыкания $J_{кз}$, напряжение холостого хода $U_{хх}$ и фактор FF заполнения нагрузочной световой вольт-амперной характеристики (НС ВАХ) - определялись по НС ВАХ, измеренным при $25 \text{ }^\circ\text{C}$ и удельной мощности концентрированного излучения $P_{и} = 1,16 \text{ Вт/см}^2$. Коэффициент полезного действия рассчитывался по формуле $\eta = J_{\text{кз}} U_{\text{хх}} FF / P_{\text{и}}$. Угол α варьировался от 0° до 90° с помощью прецизионного гониометрического устройства. При этом указанный диапазон значений α был реализован при исходном поступлении света внутрь ВДЯ со стороны n^+ -p переходов и со стороны p- p^+ переходов.

Обнаружено, что характер монотонного спада величин $J_{кз}$, $U_{хх}$, FF, а следовательно и η , с увеличением угла α качественно подобен для каждого из указанных выше направлений поступления света внутрь ВДЯ. При этом в

диапазоне значений $0^{\circ} \leq \alpha \leq 40^{\circ}$ КПД составляет не менее 70 % своего максимального значения, соответствующего углу $\alpha = 0^{\circ}$. Вместе с тем, количественно спад перечисленных параметров с ростом α зависит от направлений поступления света внутрь ВДЯ. Математическое моделирование зависимости рассматриваемого влияния величины α на эти параметры от коэффициента отражения света R вертикальными границами ВДЯ позволило установить, что указанные количественные различия, связанные с разными направлениями проникновения света внутрь ВДЯ, обусловлены разными значениями R для противоположных вертикальных границ ВДЯ, а увеличение R приводит к росту $J_{кз}$, $U_{хх}$, FF и η в диапазоне значений $0^{\circ} < \alpha < 90^{\circ}$. На основании этих результатов разработана концепция конструктивно-технологического решения Si-ФЭП типа «фотовольт» нового поколения с существенно улучшенными технико-экономическими характеристиками.