

С.А. ШАМУНОВ, Г.С. ХРИПУНОВ, докт. техн. наук, профессор

Исследование спектральной зависимости коэффициента собирания солнечных элементов при различных значениях напряжения смещения

В настоящее время расширяется производство отечественных кристаллических однопереходных кремниевых фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) с горизонтальной диодной структурой. Кроме того перспективным является разработка многопереходных кремниевых ФЭП с вертикальными диодными ячейками [1]. Кремниевые вертикальные ячейки фотовольта имеют ряд важных преимуществ по сравнению с однопереходными кремниевыми ФЭП, среди которых наиболее существенным является упрощенная технология производства и возможность обеспечения КПД $\eta > 20\%$. Приборная структура многопереходных вертикальных ячеек представляет собой $p-n-n^+$ переход, который формируется путем резки горизонтальной диодной структуры и последовательной спайки, формируя новый образец [2].

Целью работы является исследование поведения спектральных зависимостей коэффициента квантовой эффективности различных типов кремниевых солнечных элементов при прикладывании на них положительного и отрицательного напряжения смещения.

При исследовании однопереходного кремниевого ФЭП с горизонтальной диодной структурой было установлено, что коротковолновая граница фотоотклика обусловлена поглощением коротковолновых фотонов в n^+ слое. При прикладывании на образец положительного напряжения смещения в 0,5 В фотоотклик уменьшается на порядок во всем диапазоне длин волн что связано с уменьшением суммарного электрического поля в связи с чем резко понижается эффективность разделения неравновесных носителей зарядов. При отрицательном напряжении смещения наблюдается увеличение площади под спектральной зависимостью что характеризуется увеличением ширины области пространственного заряда (ОПЗ) см. рис. 1.

Исследуя образец с вертикальными диодными ячейками отметим, что из-за высокой концентрации примесей в n^+ слое, толщина которого 1,5-2 мкм характерен высокий уровень объемной рекомбинации. Поэтому, неравновесные носители заряда, генерируемые в этом слое при поглощения коротковолновых фотонов, не дают существенного вклада в фототок. С увеличением обратного смещения увеличиваются размеры ОПЗ гомоперехода $n^+ \text{Si} - p\text{-Si}$ и на спектральной зависимости наблюдается незначительное увеличение вклада от неравновесных носителей заряда, генерируемых под действием фотонов.

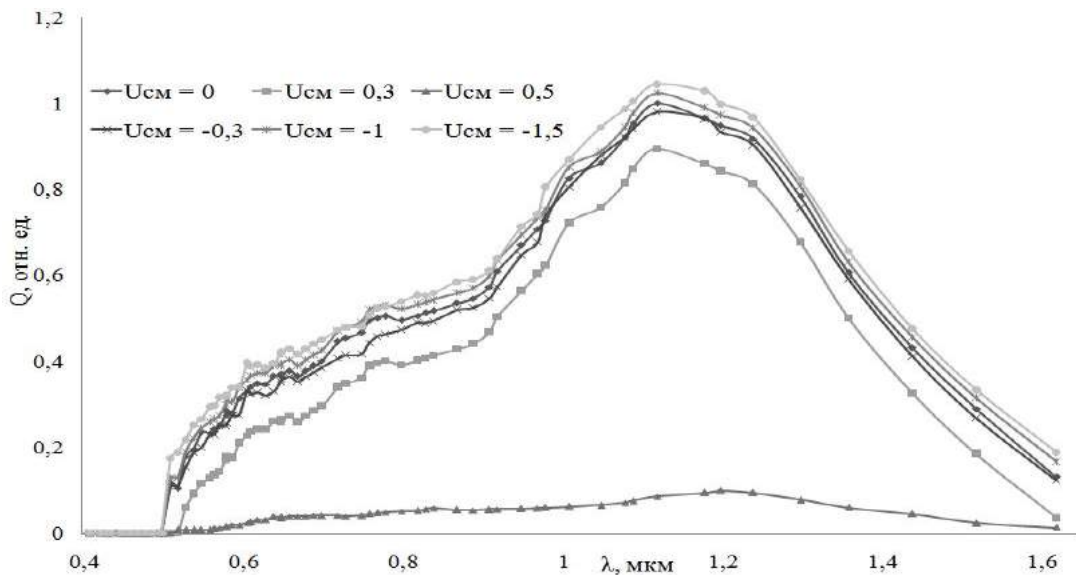


Рис. 1 – Спектральная зависимость коэффициента собирания стандартного кремниевого ФЭП при различных значениях напряжения смещения

При положительном напряжении смещения наблюдаются подобные эффекты как и для однопереходного кремниевого ФЭП с горизонтальной диодной структурой см. рис. 2.

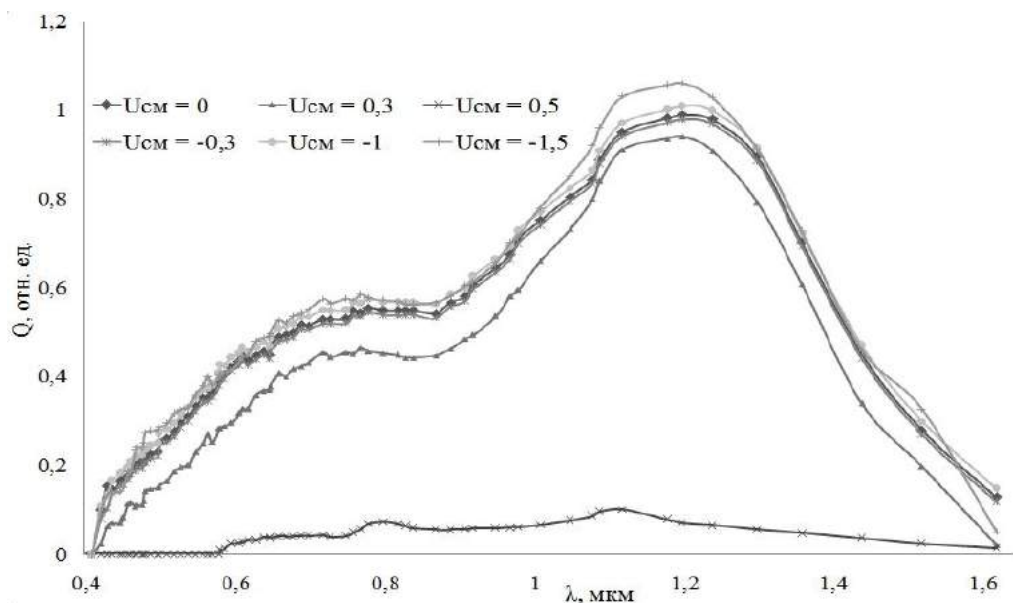


Рис. 2 – Спектральная зависимость коэффициента собирания многопереходного ФЭП при различных значениях напряжения смещения

Список литературы:

1. Чопра, К. Тонкопленочные солнечные элементы / К. Чопра, С. Дас. – М.: Мир, 1986. – С. 435.
2. Martin A. The Path to 25% Silicon Solar Cell Efficiency: History of Silicon Cell Evolution // - 2009. – P. 7.