

## КРЕМНИЕВЫЕ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ С ДЕФЕКТНО-ПРИМЕСНЫМИ ЗАРЯДОВЫМИ НАСОСАМИ

Анисимов А.В.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Гусев В.А.

Севастопольский национальный технический университет  
99053, Севастополь, ул. Университетская, 33, каф. Электронной техники  
e-mail: [elt.sevntu@gmail.com](mailto:elt.sevntu@gmail.com) тел.: (0692)435-127

The purpose of this paper is to show the way to improve the efficiency of solar cells due to a decrease in the time of separation photogenerated charge carries in the traditional structure of a silicon  $n^+ - p - p^+$  type with the incorporation of the charge pump. The proposed method of reducing of the recombination losses in the photoconverter structure lies in embedding the charge pump (local  $n^+$ -regions). Reducing the charge separation time of the photocarriers in the structure of solar cells allows for increased efficiency silicon solar cells based on multisilicon and polysilicon than conventional structures while maintaining or reducing cost of production.

Развитие наземной солнечной энергетики, основанной на внутреннем фотоэффекте, требует резкого снижения стоимости солнечных фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) и повышения их коэффициента полезного действия. Эффективность преобразователя солнечной энергии зависит как от оптических характеристик, так и от рекомбинационных свойств полупроводниковой структуры ФЭП [1].

Целью настоящей работы является показать способ повышения эффективности ФЭП за счет уменьшения времени разделения и коллектирования фотогенерированных носителей зарядам в традиционной кремниевой структуре  $n^+ - p - p^+$  типа при помощи встраивания зарядовых насосов [2].

Предложенный метод уменьшения рекомбинационных потерь в структуре фото преобразователя заключается во встраивании зарядовых насосов (локальных  $n^+$  - областей), способных перекачивать неравновесные (фотогенерированные) носители заряда из удаленной «красной» области вблизи тыльного контакта в «голубую» - область фронтального  $p - n$  перехода (рис. 1) или наоборот, если токовый контакт реализован в тыльной области (конструкция с односторонними выводами электродов)

Встраивание в  $p$ -базу локальных  $n^+$  - областей с плавающим потенциалом приводит к изменению механизма разделения и коллектирования фотогенерированных неравновесных носителей заряда по сравнению с традиционными структурами. В традиционной структуре сгенерированная пара электрон-дырка пространственно разделяется градиентом концентрации носителей. Электрон диффундирует и дрейфует за счет встроеного поля как неосновной носитель к фронтальной

поверхности. Часть дырок сопровождает электроны, как основные носителя, для поддержания нейтральности заряда. Другая часть заряжает положительно область тыльного электрода. Часть дырок рекомбинирует с электронами при диффузионном пролете базы ( $t_{\text{диф}}=10^{-5}\text{с}$ ).

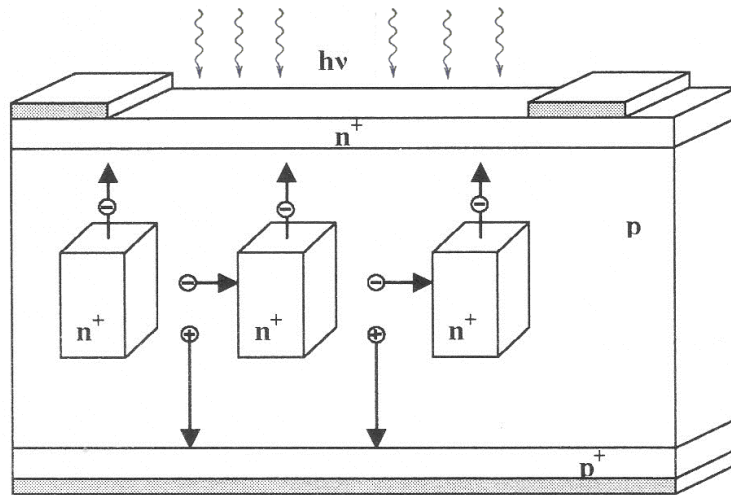


Рис. 1- Структура фотопреобразователя с зарядовыми насосами.

В случае встраивания зарядовых насосов, разделяемые контактным потенциалом локальной  $n^+$ -области фотогенерированные электронно-дырочные пары заряжают  $n^+$ -область отрицательно относительно  $p$ -базы, собирая электроны с прилегающего (латерально) объема, определяемого диффузионной длиной, а избыточные дырки, как основные носители  $p$ -базы, за время релаксации (практически мгновенно) отслеживают изменения избыточной концентрации электронов (прямое смещение  $p$ - $n$  перехода). Плавающие (избыточные) электроны в  $n^+$ -области являются основными носителями заряда и за время заряда зарядной емкости локального объема ( $t=10^{-9}\text{с}$ ) достигают верхней плоскости  $n^+$ -области и инжектируются вверх к основному  $p$ - $n$  переходу, формирующему внешнюю фотоэ.д.с.

Снижение времени разделения фотоносителей заряда в структуре ФЭП позволяет реализовать повышенную эффективность кремниевых солнечных элементов на основе мультискрещения и поликристаллических эпитаксиальных пленок по сравнению с традиционными структурами при сохранении или уменьшении себестоимости их производства.

Литература:

[1] Бьюб Р. Солнечные элементы. Теория и эксперимент / Р. Бьюб, А. Фаренбурх. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 208 с.

[2] Гусев В. А. Фотопреобразователи на основе зарядовых насосов / В. А. Гусев // Вестник СевНТУ: Сб. научн. тр. – 201. – Вып. 114. – С. 199-203