

УДК 620.98,620.92,620.3

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАДИОИЗОТОПНОЙ ЭНЕРГИИ В ПОСТОЯННЫЙ ТОК ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СТРУКТУРОЙ SiC/Si**

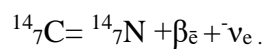
© Анисимов Н.С., Петенко И.А., Чепурнов В.И.

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: prosto.pda.2@gmail.com; igorpetenko00509@gmail.com

Традиционно применяемые источники питания постоянного тока используют энергию химических обратимых реакций, основанных на обмене валентными электронами, что приводит к выделению энергии порядка 5–10 эВ, такие источники энергии начинают сдерживать бурный прогресс развития современных микроэлектронных энергосберегающих устройств. На повестке дня стала проблема разработки компактных долгоживущих источников энергии.

В работе используется энергия ядерного превращения нестабильных атомов изотопа углерода-14 в стабильные атомы азота и выделяемая энергия в виде потока бета-электронов составляет 156,476 кэВ. Это ориентировочно в 10 000 раз больше, чем у химических источников тока, причем эта энергия выделяется постепенно в соответствии с периодом полураспада, для C-14 это 5570 лет по радиохимическому превращению:



Это свидетельствует о высоком потенциале удельной плотности энергии ядерного превращения элементов на единицу веса источника и предполагает при этом малые габариты устройства прямого преобразования этой энергии в электрическую форму. Аналогичные исследования выполняют университеты России, готовящие специалистов для микроэлектронной отрасли, однако университеты США лидируют [1].

Новизна в том, что изотоп C-14 используется в концентрации на уровне легирующей примеси, замещающей атомы стабильного углерода-12 в молекуле карбида кремния, что соответствует уровню радиационной безопасности. Присутствие в небольших количествах одного атома радиоизотопа C-14 на тысячу или миллион атомов устойчивого радиоизотопа C-12 придает полупроводниковому материалу новые полезные в энергетическом отношении свойства.

Цель работы: изучить возможности и довести мощность изготовленного варианта энергопреобразователя до значений, приемлемых для современной энергосберегающей электроники.

Энергопреобразователь функционально состоит из нескольких составляющих: компактного источника ядерной энергии с высокой удельной плотностью; полупроводниковой структуры прямого преобразования бета-излучения в электрическую энергию; накопителя энергии для импульсного расхода ее потребителем.

Экспериментально установлено, что средняя энергия, затрачиваемая бета-электроном на образование электронно-дырочной пары, составляет утроенное значение ширины запрещенной зоны полупроводника. В нашем случае по сравнению с кремнием ширина запрещенной зоны в 2 раза шире, следовательно, эффективность ожидается в 2 раза выше.

Бета-излучение атома С-14 в элементарной ячейке полупроводника образует сферическую симметрию, при этом ток короткого замыкания, генерируемого структурой, пропорционален активности изотопа. Значение средней энергии испускаемых бета-электронов составляет 49 кэВ. Максимальный квантовый выход вторичных электронно-дырочных пар от одного бета-электрона при активности 5,32 мКи составляет около 2420.

Дальнейшая работа видится в реализации третьей компоненты системы – накопителя энергии для импульсной активации энергопреобразователя. Предварительные экспериментальные тестирования чипов в сборе с ионистором показали большой потенциал применения

Актуальность и перспективы разработки источников питания обусловлены отставанием их от запросов бурно развивающейся электроники. Успешно выполнено теоретическое обоснование, и получены текущие экспериментальные результаты по разработке образцов энергопреобразователя на гетероструктуре SiC/Si легированной С-14. Разработка обладает мировой новизной и защищена патентами [2] на промышленную собственность и предполагает оптимистический результат развития проекта.

### Библиографический список

1. Chandrashekhara M.V.S., Thomas Ch.I., Spencer M.G., Lal A. Demonstration of a 4H SiC Betavoltaic Cell // AppliedPhysics Letters. 2006. Vol. 88. № 3. P. 033506.
2. Патент РФ №2005139163/28 от15.12.2005. Способ самоорганизующейся эндотаксии моно 3С–SiC на Si подложке. Чепурнов В.И. Оpubл. 20.10.2009, 8 (RU2370851).