

## СЕКЦИЯ 6. Полупроводниковая микро- и наноэлектроника в решении проблем информационных технологий и автоматизации

Таким образом, можно утверждать, что формирование бинарных комплексов примесных атомов элементов III и V групп галлия и фосфора в решетке кремния [3], с одной стороны решает очень важные оригинальные и инновационные технологические задачи для получения объемно наноструктурированных материалов на основе кремния с управляемыми и воспроизводимыми параметрами.

### Использованная литература

1. M.K. Bakhadyrkhanov, Kh.M. Iliev, G.Kh. Mavlonov, K.S. Ayupov and other, Silicon with Magnetic Nanoclusters of Manganese Atoms as a New Ferromagnetic Material., Technical Physics, 2019, №64, p.385
2. М.К. Бахадирханов, С.Б. Исамов, Н.Ф. Зикриллаев, Х.М. Илиев, и др., Функциональные возможности кремния с нанокластерами атомов марганца. Электронная обработка материалов, 2020, т.2., с.14.
3. М.К. Бахадирханов, Н.Ф. Зикриллаев, С.Б. Исамов, Х.С. Турекеев, С.А. Валиев. Влияние наличия достаточно высокой концентрации фосфора на концентрационное распределение галлия в кремнии. Физика и техника полупроводников. 2022, том 56, вып.2. стр.199-203.

## ФОТОЭЛЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ БИНАРНЫХ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЯЧЕЕК В РЕШЕТКЕ КРЕМНИЯ С УЧАСТИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ II И VI ГРУПП

У.Х. Курбонова, Ш.Н. Ибодуллаев, О.Б. Турсунов, Н.Р. Муродов, Х. Хайруллаева

*Ташкентский государственный технический университет*

E-mail: [shakhboz.ibodullayev.92@inbox.ru](mailto:shakhboz.ibodullayev.92@inbox.ru)

**Аннотация.** Установлено, что выбирая подходящие пары элементов III и V, а также элементов II и VI групп можно формировать бинарные элементарные ячейки с заданным составом, структурой и концентрацией, позволяющих управлять основными фундаментальными параметрами кремния, что позволяет получить принципиально новый класс полупроводникового материала на основе кремния.

**Ключевые слова:** Кремний, бинарные ячейки, нановаризонная структура, низкотемпературная диффузионная технология, спектральная чувствительность.

Одним из перспективных методов создания и получения объемно-наноструктурированных полупроводников является формирование новых

## СЕКЦИЯ 6. Полупроводниковая микро- и наноэлектроника в решении проблем информационных технологий и автоматизации

бинарных элементарных ячеек в решетке кремния с участием примесных атомов II и VI групп элементов [1,2]. Нами на основе низкотемпературного легирования была разработана диффузионная технология [3] формирования бинарных элементарных ячеек в кристаллической решетке кремния. Показано, что при определенных термодинамических условиях, которые зависят от химических и электрических параметров, а также диффузионных параметров примесей, происходит самоорганизация бинарных ячеек в решетке кремния, т.е. создаются новые элементарные ячейки  $\text{Si}_2\text{Se}^{++}\text{Zn}^{--}$  (рис. 1).

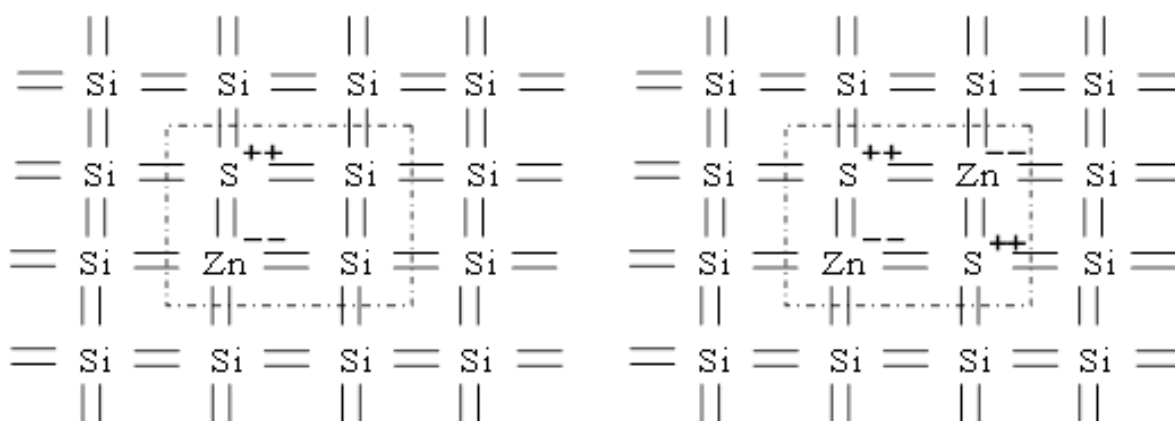


Рис. 1. Новые элементарные ячейки  $\text{Si}_2\text{Se}^{++}\text{Zn}^{--}$  в решетке кремния.

Формирование бинарных элементарных ячеек в решетке кремния с одной стороны позволяет создать различные идеальные наногетероструктуры, нановаризонные структуры с управляемым энергетическим состоянием, а с другой стороны каждая бинарная элементарная ячейка представляет собой квантовую точку со своими фундаментальными параметрами. Выбирая подходящие пары элементов II (Cd, Zn, Hg) и VI (S, Se, Te) групп можно формировать бинарные элементарные ячейки с заданным составом, структурой и концентрацией, позволяющих управлять основными фундаментальными параметрами кремния. Это означает, что на основе кремния можно получить принципиально новый класс полупроводникового материала, который может в будущем заменить дорогостоящие полупроводниковые соединения  $\text{A}^{\text{II}}\text{B}^{\text{VI}}$ .

Как видно, в отличие от обычных фотоэлементов (рис 2.) в фотоэлементах с бинарными элементарными ячейками  $I_{\text{кз}}$  появляется при энергии фотонов  $h\nu = 0,6$  эВ, а не при  $h\nu = 1,12$  эВ. С ростом энергии падающих фотонов в интервале от 0,6 эВ до 1 эВ значение  $I_{\text{кз}}$  фотоэлементов с бинарными элементарными ячейками непрерывно растет.

## СЕКЦИЯ 6. Полупроводниковая микро- и наноэлектроника в решении проблем информационных технологий и автоматизации

Эти результаты показывают, что при оптимальном выборе элементов II и VI групп можно существенно расширить спектральную область чувствительности как в сторону ИК, так и в сторону УФ-спектра излучения Солнца.

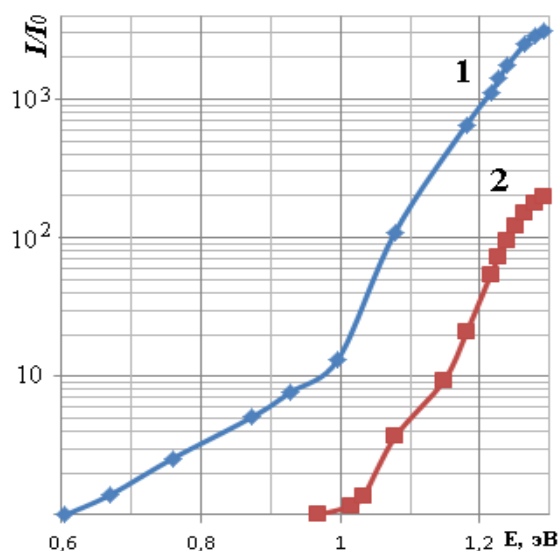


Рис. 2. Спектральная характеристика  $I_{кз}$  фотоэлементов: 1- изготовленных на основе кремния с бинарными элементарными ячейками  $Si_2Se^{++}Zn^{--}$ ; 2- изготовленных на основе обычного кремния, не содержащего элементарные ячейки.

Таким образом, можно сделать однозначный вывод, что кремний с бинарными элементарными ячейками обладает уникальными функциональными возможностями позволяющими создать на его основе более эффективные фотоэлементы и приборы оптоэлектроники.

### Использованные литературы

1. Милвидский М.Г, Чалдышев В.В. “Наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках - новый подход к формированию свойств материалов”// ФТП. 1998. Т 32. № 5. С 515.

2. M. K. Bakhadyrkhanov, A. Sh. Mavlyanov, U. Kh. Sodikov, and M. K. Khakkulov/Silicon with Binary Elementary Cells as a Novel Class of Materials for Future Photoenergetics/Applied Solar Energy, 2015, Vol. 51, No. 4, pp. 258–261.

3. М.К.Бахадырханов, С.Б.Исамов, Х.М.Илиев, К.С.Аюпов. З.М.Сапарниязова, С.А.Тачилин. “Электрофизические свойства кремния, легированного марганцем методом низкотемпературной диффузии. Неорганические материалы, 2011 г, т-47, №5, с 1-6.