

## **ИЗУЧЕНИЕ ВАХ И ПРИМЕСНОГО СОСТАВА ПОЛУЧЕННОГО ПЯТИКРАТНОЙ ПЕРЕПЛАВКОЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ НА СОЛНЕЧНОЙ ПЕЧИ**

**Маншуров Шерзод Туйчибоевич**

старший преподаватель кафедры «Математики и естественно-научных  
дисциплин» Алмалыкского филиала ТГТУ

E-mail: [manshurov\\_sh@mail.ru](mailto:manshurov_sh@mail.ru)

### **АННОТАЦИЯ**

*В статье анализируются вопросы изучения вах и примесного состава полученного пятикратной переплавки металлургического кремния на солнечной печи.*

***Ключевые слова:** полупроводник, очистка технического кремния бесхлоридным методом, солнечная плавка на открытом воздухе, глубокая примесь, омическими контактами, самоорганизация, масс-спектрографе “Elan DRC-II”.*

### **ABSTRACT**

*The article analyzes the issues of studying the VAC and the impurity composition of the obtained fivefold remelting of metallurgical silicon in a solar furnace.*

***Keywords:** semiconductor, purification of technical silicon by the chloride-free method, solar melting in the open air, deep impurity, ohmic contacts, self-organization, Elan DRC-II mass spectrograph.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

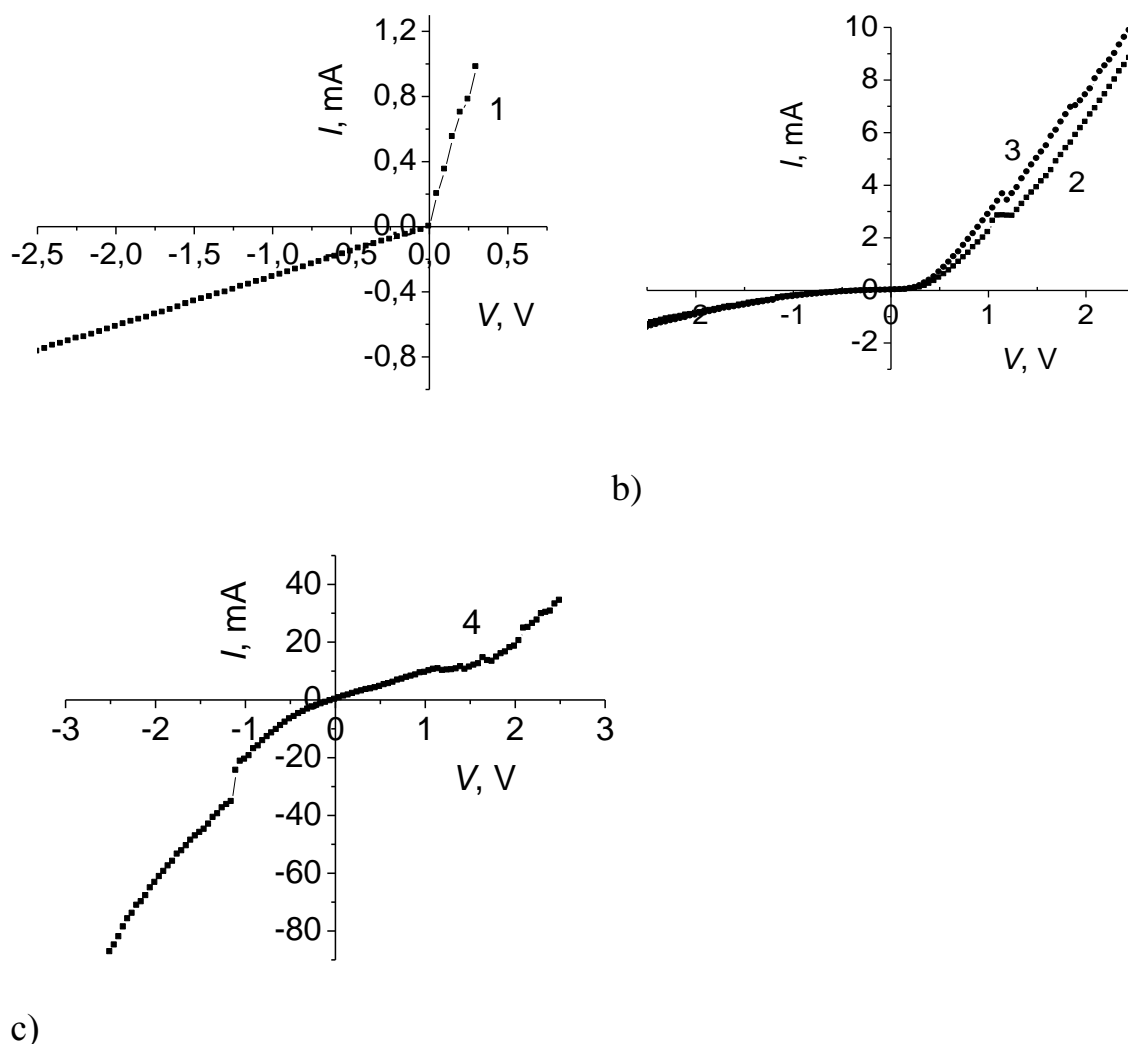
Поскольку кремний всё ещё остаётся основным материалом полупроводниковой электроники, сохраняется и интерес к поискам новых, экологически чистых методов его получения. В связи с этим представляется интересным предложенный в [1, 2] метод очистки металлургического кремния на открытом воздухе в солнечной печи.

Энергетическая независимость развитых стран в обозримой перспективе неизбежно будет сопряжена с наличием освоенной сырьевой базы и производств, нацеленных на создание средств прямого преобразования солнечной энергии.

### **ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ**

Нами были также исследованы и вольт-амперные характеристики этих структур с обычными омическими контактами. Результаты представлены на

рис. 1. Видно, что при температуре 30°C появляются выпрямляющие свойства, подобно тому, как это отмечалось в [3] для структур, изготовленных из восьмикратно переплавленного кремния.



**Рис.1.** Вольт-амперные характеристики  $n$ -Si – структуры с омическими контактами, изготовленной из пятикратно солнечно-переплавленного технического кремния при различных температурах: кривые 1-30°C (а), 2- 50°C, 3-100°C (b), 4-150°C (с).

На масс-спектрографе “Elan DRC-II” было исследовано пространственное распределение примесей вдоль образца в весовых и атомных %. Результаты этого исследования представлены на рис.2 и 3.

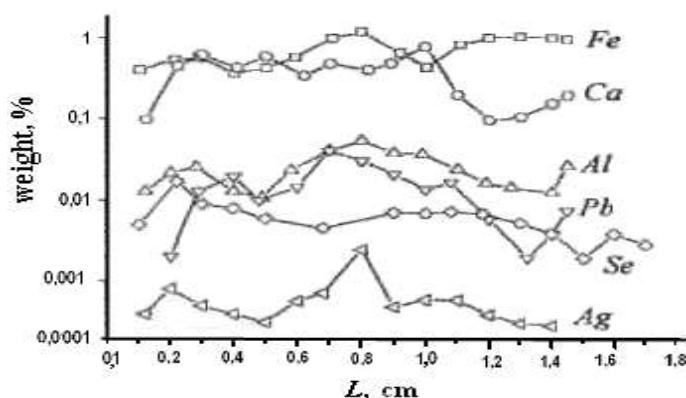


Рис.2. Пространственное распределение примесей по длине образца в весовых процентах.

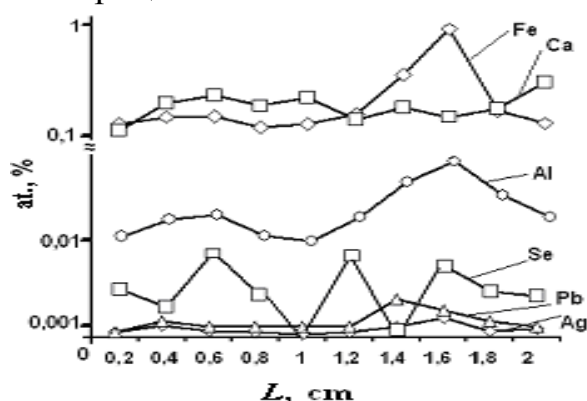


Рис.3. Пространственное распределение примесей по длине образца в атомных процентах.

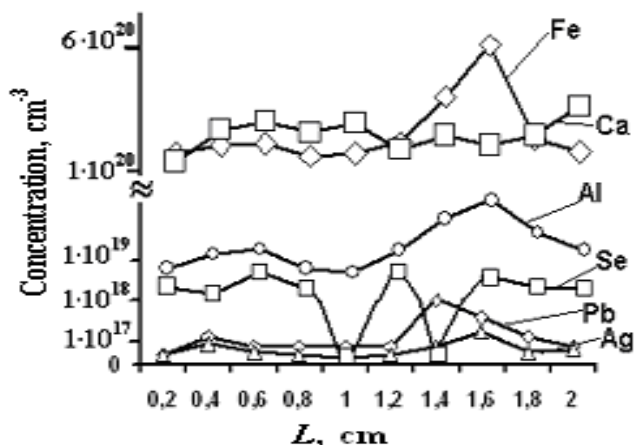


Рис.4. Пространственное распределение концентрации примесей вдоль образца.

Проведённые исследования показывают, что распределение всех без исключения примесей носит не просто неравномерный, но в той или иной степени периодический характер [4]. Попробуем понять, какие физические процессы могут привести к столь необычному распределению примесей.

Как известно, количество вакансий в материале всегда сильно зависит от температуры (см. например [20]):

$$V_{vac} = N_a \exp(-\Delta E_{vac} / kT), \quad (1)$$

где  $N_a \approx 10^{22}$  см<sup>-3</sup>,  $\Delta E_{vac}$  - энергия активации вакансий, которая обычно составляет 1-3 эВ в зависимости от материала.

## **ВЫВОДЫ**

Таким образом, в результате пятикратной переплавки металлургического кремния марки КРЗ на открытом воздухе на солнечной печи он был очищен до 99,1 ат.%, что подтверждает результаты работы [3] - бесхлоридный, экологически чистый метод переплавки на солнечной печи является перспективным.

Полученный кремний достаточно высокой чистоты обладает рядом весьма необычных свойств – при небольших изменениях температуры изготовленная из него полупроводниковая структура с простыми омическими контактами превращается в генератор тока и (или) напряжения (~ 0.75 мкА и 0.7 мВ).

## **REFERENCES**

1. Абакумов А.А., Захидов Р.А., Харченко В.В. Плавление и кристаллизация слитков поликристаллического кремния с применением гелио концентрирующих установок // Гелиотехника, 1997. №3. С. 78-82.
2. Саидов А.С., Абакумов А.А., Саидов М.С. Солнечно-радиационная плавка поликристаллического кремния // Гелиотехника, 2003. №1. С. 96-97.
3. Саидов А.С. Термоэлектретные свойства технического кремния, полученного восьмикратной переплавкой на солнечной печи // Альтернативная энергетика и экология. 2010. №3 (83). С. 22-25.
4. Саидов А.С., Лейдерман А.Ю. Маншуров Ш.Т. Альтернативная энергетика и экология. 2011. № 5. 27-33с.