

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯДЕРНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКООМНОГО КРЕМНИЯ

Емец Е.Г., Головацкий А.В., Варлачева Н.В.

Научный руководитель: Варлачев В.А., д.т.н.

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: emecevgeniy@tpu.ru

Для производства приборов, которые позволяют регистрировать инфракрасное излучение, используется высокоомный кремний. Значения удельного электрического сопротивления (у.э.с.) такого материала более 10 кОм·см. С помощью ядерного легирования (ЯЛ) можно довольно точно и равномерно ввести фосфор в исходный материал, что позволит компенсировать акцепторные примеси и получить высокоомный кремний как р-типа, так и n-типа. Стоит отметить, что с увеличением у.э.с. многократно возрастает и его разброс по объёму слитка. Поэтому необходим жесткий отбор исходного материала для ЯЛ.

Нами было получено соотношение, которое позволяет отбраковывать те исходные слитки кремния, оба торца у которых после легирования не могут быть одновременно в заданном диапазоне сопротивлений. Например, если необходимо получить легированный кремний в диапазоне у.э.с. от $\rho_1 = 40000$ Ом·см до $\rho_2 = 10000$ Ом·см, то требование к исходному кремнию должно быть следующим:

$$\frac{1}{\rho_{01}} - \frac{1}{\rho_{02}} \leq 0,24 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}\cdot\text{см}, \quad (1)$$

где ρ_{01} и ρ_{02} – у.э.с. исходных слитков кремния.

Эксперименты проводились на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т [1, 2] мощностью 6 МВт Томского политехнического университета. Для этого в лаборатории имеются печь отжига радиационных дефектов, установки для измерения значений у.э.с., времени жизни неосновных носителей заряда и типа проводимости, а также химический участок дезактивации кремния после облучения. При проведении эксперимента было проведено легирование опытно-промышленной партии монокристаллического кремния р-типа диаметром 27-29 мм, для которых требовалось получить следующие электрофизические параметры:

- 1) тип проводимости n.
- 2) у.э.с. в диапазоне от 10 до 40 кОм·см;
- 3) торцевой разброс у.э.с., определяемый выражением (2) не должен превышать 15%:

$$\delta\rho = \frac{\rho_{\max} - \rho_{\min}}{\rho_{\max} + \rho_{\min}}, \quad (2)$$

где ρ_{\max}, ρ_{\min} – максимальное и минимальное значение у.э.с. на торце слитка;

- 4) время жизни неосновных носителей заряда должно быть не менее 60 нс.

В процессе выполнения эксперимента было проведено ЯЛ 300 кг кремния. Отжиг радиационных дефектов, вызванных воздействием быстрых нейтронов, проводился при температуре 650 °С в течение 30 минут. По итогам исследований можно сделать вывод о том, что разработанные критерии отбора исходного материала позволяют значительно увеличить выход готовой продукции с заданными электро-физическими параметрами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глухов Г.Г., Диденко А.Н. Ядерный реактор ИРТ-Т НИИЯФ ТПИ в научных и прикладных исследованиях // Атомная энергия. – 1988. – Т. 64. – Вып.5. – С.366-370.
2. Томский комплекс нейтронно-трансмутационного легирования кремния / Варлачев В.А., Кузин А.Н., Лыхин С.В. и др. // Атомная энергия, 1995. – Т. 79. – Вып. 1. – С. 38–40.
3. Нейтронно-трансмутационное легирование полупроводников / под ред. Дж. Миза: сборник статей. – М.: Мир, 1982. – 264 с.