Исследование процессов отжига слаболегированных слоев n-4H-SiC после облучения быстрыми электронами

Корольков О.М.¹, Козловский В.В.², Лебедев А.А.³, Слепчук Н.¹, Тоомриу J.¹, Стрельчук А.М.³.

¹ Tallinn University of Technology, Ehitajate tee 5, 19086 Tallinn, Estonia

² Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251 Санкт-Петербург, Россия.

³ Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, 194021 Санкт-Петербург, Россия.

DOI 10.34077/Semicond2019-329

Инженерия радиационных дефектов Radiation Defect Engineering (RDE) находит все более широкое применение в приборной технологии, в частности для компенсации примесной проводимости и создания высокоомных областей в полупроводниковых структурах [1]. Ранее нами была показана возможность создания в n-SiC с концентрацией доноров (4-6) 10^{15} см⁻³ высокоомных слоев с помощью облучения высокоэнергетическими электронами [2, 3]. За компенсацию донорной проводимости ответственны ловушки Z1/Z2 и EH6/7, закрепляющие положение равновесного уровня Ферми на глубине ~1.25 eV ниже дна зоны проводимости SiC. [2, 4]. Термическая стабильность радиационных дефектов в полупроводниках является важнейшим и часто лимитирующим фактором в RDE [1]. Особенно для полупроводников, например SiC, приборы на основе которых потенциально способны работать при высоких (до 175°C) температурах. Для n-SiC долгое время эта тема считалась недостаточно актуальной, т.к. основные радиационные дефекты Z1/Z2 и EH6/7 отжигаются при температурах ~ 1000 °C [5-7]. Однако, в последнее время стали появляться сообщения, свидетельствующие о некой низкотемпературной нестабильности радиационных дефектов. Целью настоящей работы было представить панорамную картину влияния температуры и времени отжига на параметры карбид-кремниевых диодов Шоттки, облученных быстрыми электронами.

Проведенные исследования показали, что устранения нестабильных радиационных дефектов, внесенных в n-4H-SiC облучением быстрыми электронами необходим отжиг 500°C, 30 минут. При таких температурах отжига нестабильные дефекты либо отжигаются, либо трансформируются в стабильные Z1/Z2 и EH6/7 центры, успешно используемые в Инженерии радиационных дефектов (Radiation Defect Engineering). Опираясь на энергию, дозы облучения и температурой отжига можно модулировать выходные параметры прибора либо создавать многослойные конструкции с изоляционными и полу изоляционными слоями. Следовательно, исследования проводимые в области облучения и стабилизирующего отжига позволяют разработать дополнительный инструмент, который можно использовать в технологии изготовления полупроводниковых структур.

Настоящая работа была выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-12-10106. This research was also supported by the Estonian Research Council through the Institutional Research Project IUT19-11, and by the Horizon 2020 ERA-chair Grant “Cognitive Electronics COEL” —H2020-WIDESPREAD-2014-2 (Agreement number: 668995; project TTU code VFP15051) and by the TAR16013 Center of Excellence “EXCITE IT”. Also supported by the IT Academy Program of Information Technology Foundation for Education.

[1] V. Kozlovski, V. Abrosimova. *Radiation Defect Engineering. Selected topics in electronics and systems*, Singapore - New Jersey - London – Hong Kong, World Scientific, ISBN 981-256-521-3, 2005, v.37.

[2] А.А.Лебедев, А.И.Вейнгер, Д.В.Давыдов, Н.С.Савкина, и др. ФТП, 2000, Т.34, С. 897.

[3] V. V. Kozlovski, A. A. Lebedev, and E. V. Bogdanova, *J. Appl. Phys.* 2015, **117**, P. 155702.

[4] П.А. Иванов, А.С. Потанов, М.Ф. Кудояров, М.А. Козловский, Т.П. Самсонова, *Письма в ЖТФ*, 2018, Т. 44, вып. 6, С. 11-16.

[5] M.Weidner, T.Frank, G.Pensl, A.Kawasuso, et al, *Physica*, 2001, v. 308-310, P. 633.

[6] K.Danno and T.Kimoto, *Journal of Applied Physics.*, 2006, v. **100**, P. 113728.

[7] S.A.Reshanov, S.Beljakowa, B.Zippelius. *Materials Science Forum*, 2010, v. 645-648, P. 423.