

повышении V_N в условиях высокого V_{CE} возможно наступление пробоя n -кармана, когда граница области пространственного заряда достигает p -экрана. В этом случае p -экран оказывается непосредственно соединенным с p^+ -эмиттером, что приводит к ограничению (снижению) тока насыщения.

На рисунке 2 показаны зависимость тока коллектора I_k от обратного напряжения на коллекторе U_k при напряжении на затворе $U_3=0$ В. Обе структуры имеют одинаковое напряжение пробоя, $V_{ПРОБ} = 14900$ В.

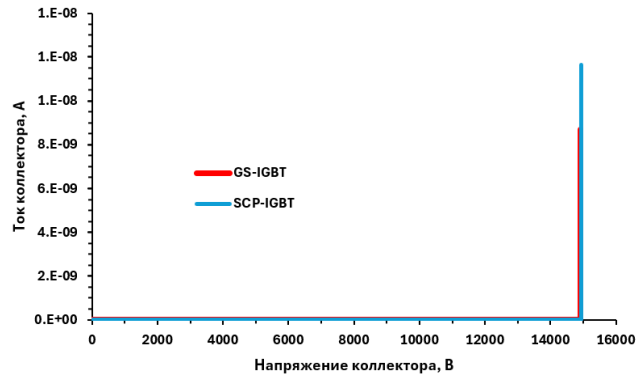


Рисунок 2 – Зависимость тока коллектора I_k от обратного напряжения на коллекторе U_k при напряжении на затворе $U_3 = 0$ В

На рисунке 3 показаны зависимости тока коллектора I_k от обратного напряжения на коллекторе U_k при напряжении на затворе $U_3=15$ В. Предположим, что устройство находится во включенном состоянии, если плотность тока коллектора J_k достигает 100 А/см², что соответствует величине тока коллектора $I_k = 4 \times 10^{-6}$ А. Тогда падение напряжения во включенном состоянии V_{on} для GS-IGBT и SCP-IGBT соответственно равны: 5,9 В и 3,9 В.

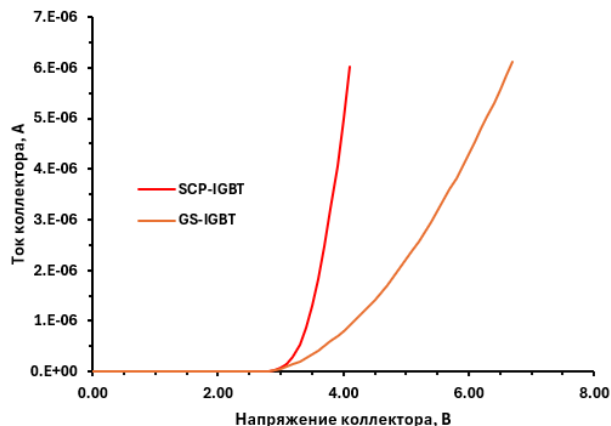


Рисунок 3 – Зависимости тока коллектора от напряжения на затворе при напряжении на коллекторе равном 15 В для рассматриваемых структур

Результаты моделирования показывают, что структура SCP-IGBT достигает такого же напряжения пробоя, как и структура GS-IGBT, но имеет более низкое падение напряжения.

Список использованных источников:

1. Zhang, Q. 12-kV p -Channel IGBTs With Low On-Resistance in 4H-SiC / Q. Zhang, M. Das, J. Sumakeris [et al.] // *IEEE Electron Device Lett.* – 2008. – Vol. 29, no. 9. – P. 1027–1029. – DOI: 10.1109/LED.2008.2001739.
2. Ryu, S. Ultra high voltage (>12 kV), high performance 4H-SiC IGBTs / S. Ryu, C. Capell, C. Jonas [et al.] // *Proc. ISPSD.* – 2012. – P. 257–260. – DOI: 10.1109/ISPSD.2012.6229072.
3. Yonezawa, Y. Low V_f and highly reliable 16 kV ultrahigh voltage SiC flip-type n -channel implantation and epitaxial IGBT / Y. Yonezawa, T. Mizushima, K. Takenaka [et al.] // *IEDM Tech. Dig.* – 2013. – P. 6.6.1–6.6.4. – DOI: 10.1109/IEDM.2013.6724576.
4. Vechalapu, K. Comparative Evaluation of 15-kV SiC MOSFET and 15-kV SiC IGBT for Medium-Voltage Converter Under the Same dv/dt Conditions / K. Vechalapu, S. Bhattacharya, E. Van Brunt [et al.] // *IEEE J. Emerg. Sel. Topics Power Electron.* – 2017. – Vol. 5, no. 1. – P. 469–489. – DOI: 10.1109/JESTPE.2016.2620991.
5. Kim, M. Evaluation of Long-Term Reliability and Overcurrent Capabilities of 15-kV SiC MOSFETs and 20-kV SiC IGBTs During Narrow Current Pulsed Conditions / M. Kim, J. J. Forbes, E. A. Hirsch [et al.] // *IEEE Trans. Plasma Sci.* – 2020. – Vol. 48, no. 11. – P. 3962–3967. – DOI: 10.1109/TPS.2020.3030295.
6. Kaji, N. Ultrahigh-Voltage SiC p - i - n Diodes With Improved Forward Characteristics / N. Kaji, H. Niwa, J. Suda, T. Kimoto // *IEEE Trans. Electron Devices.* – 2015. – Vol. 62, no. 2. – P. 374–381. – DOI: 10.1109/TED.2014.2352279.
7. Kitagawa, M. A 4500 V injection enhanced insulated gate bipolar transistor (IEGT) operating in a mode similar to a thyristor / M. Kitagawa, I. Omura, S. Hasegawa [et al.] // *IEDM Tech. Dig.* – 1993. – P. 679–682. – DOI: 10.1109/IEDM.1993.347221.