

УДК 621.315.592: 536.717: 537.33

PACS: 73.40.Kp, 73.21.Ac, 85.60.Gz,
73.40.Qv, 73.61.Ga

Неоднородность темновых токов инфракрасных фотодиодов на основе $\text{Cd}_{0,22}\text{Hg}_{0,78}\text{Te}$

Г. Ю. Сидоров, Д. В. Горшков, И. В. Сабина, Ю. Г. Сидоров, В. С. Варавин,
А. В. Предеин, М. В. Якушев, Д. Г. Икусов

Проведен анализ гистограммы темновых токов матриц длинноволновых фотодиодов, изготовленных из гетероэпитаксиальных структур (ГС) $\text{Cd}_{0,22}\text{Hg}_{0,78}\text{Te}/\text{CdTe}/\text{ZnTe}/\text{GaAs}(301)$. Максимум гистограммы соответствует диффузионным токам для номинальных фотоэлектрических параметров CdHgTe . Имеются единичные фотодиоды с темновыми токами, на порядки превышающими диффузионный ток. Вероятность их появления связывается с V-дефектами структуры ГС, плотность которых составляет величину порядка 10^3 см^{-2} и которые представляют собой области нарушенной структуры CdHgTe с избытком теллура. Имеется достаточно большое количество диодов (десятки процентов) с повышенными темновыми токами. Исследование C-V-характеристик МДП на ГС показывает наличие положительного заряда, неоднородно распределенного по поверхности и достаточного для инверсии типа проводимости в отдельных областях. Образование шунтирующего слоя n-типа на поверхности должно приводить к увеличению темновых токов фотодиодов, попадающих в такие области.

Ключевые слова: КРТ, CdHgTe , Al_2O_3 , фотодиоды, темновой ток, структурные дефекты, МДП-структура.

Ссылка: Сидоров Г. Ю., Горшков Д. В., Сабина И. В., Сидоров Ю. Г., Варавин В. С., Предеин А. В., Якушев М. В., Икусов Д. Г. // Прикладная физика. 2019. № 3. С. 45.

Reference: G. Yu. Sidorov, D. V. Gorshkov, I. V. Sabinina, Yu. G. Sidorov, V. S. Varavin, A. V. Predein, M. V. Yakushev, and D. G. Ikusov, Prikl. Fiz., No. 3, 45 (2019).

Сидоров Георгий Юрьевич, зав. лаб., к.ф.-м.н.
Горшков Дмитрий Витальевич, м.н.с.
Сабина Ирина Викторовна, с.н.с., к.ф.-м.н.
Сидоров Юрий Георгиевич, гл.н.с., д.ф.-м.н.
Варавин Василий Семёнович, с.н.с., к.ф.-м.н.
Предеин Александр Владиленович, вед. инженер.
Якушев Максим Витальевич, зав. лаб., д.ф.-м.н.
Икусов Данил Геннадьевич, вед. инженер-технолог.
ИФП СО РАН.
Россия, 630090, г. Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13.
Тел. +7(383) 330-89-60.
E-mail: George@isp.nsc.ru

Статья поступила в редакцию 23 апреля 2019 г.

© Сидоров Г. Ю., Горшков Д. В., Сабина И. В.,
Сидоров Ю. Г., Варавин В. С., Предеин А. В.,
Якушев М. В., Икусов Д. Н., 2019

Работа поддержана проектом
РНФ-18-72-00038.

ЛИТЕРАТУРА

1. Brill G., Chen Yu., Wijewarnasuriya P., Dhar N. // Proc. of SPIE. 2009. Vol. 7419. P. 74190L-1.
2. Benson J. D., Bubulac L. O., Smith P. J., Jacobs R. N., Markunas J. K., Jaime-Vasquez M., Almeida L. A., Stoltz A. J., Wijewarnasuriya P. S., Brill G., Cyen Y., Lee U., Vilela M. F., Peterson J., Johnson S. M., Lofgreen D. D., Rhiger D., Patten E. A., Goetz P. M. // J. Electronic Materials. 2010. Vol. 39. No. 7. P. 1080.
3. Kai He, Song-Min Zhou, Yang Li, Xi Wang, Peng Zhang, Yi-Yu Chen, Xiao-Hui Xie, Chun Lin, Zhen-Hua Ye, Jian-Xin Wang, Qin-Yao Zhang // J. Appl. Phys. 2015. Vol. 117. No. 20. P. 204501.
4. Varavin V. S., Dvoretzky S. A., Liberman V. I., Mikhailov N. N., Sidorov Yu. G. // J. Crystal Growth. 1996.

Vol. 159. No. 1–4. P. 1161.

5. Sidorov Yu. G., Yakushev M. V., Varavin V. S., Kolesnikov A. V., Trukhanov E. M., Sabinina I. V., Loshkarev I. D. // *Physics of the Solid State*. 2015. Vol. 57. No. 11. P. 2151.

6. Chen Y., Farrell S., Brill G., Wijewarnasuriya P., Dhar N. // *J. Crystal Growth*. 2008. Vol. 310. No. 23. P. 5303.

7. Sabinina I. V., Gutakovsky A. K., Sidorov Yu. G.,

Latyshev A. V. // *J. Crystal Growth*. 2005. Vol. 274. No. 3–4. P. 339.

8. Предеин А. В., Васильев В. В. // *Прикладная физика*. 2011. № 5. С. 41.

9. Kovchavtsev A. P., Sidorov G. Yu., Nastovjak A. E., Tsarenko A. V., Sabinina I. V., Vasilyev V. V. // *J. Appl. Phys.* 2017. Vol. 121. No. 12. P. 125304.

10. Сидоров Г. Ю., Швец В. А., Сидоров Ю. Г., Варавин В. С. // *Автометрия*. 2017. Т. 53. № 6. С. 97.

PACS: 73.40.Kp, 73.21.Ac, 85.60.Gz,
73.40.Qv, 73.61.Ga

Inhomogeneity of infrared photodiodes dark currents based on $\text{Cd}_{0.22}\text{Hg}_{0.78}\text{Te}$

G. Yu. Sidirov, D. V. Gorshkov, I. V. Sabinina, Yu. G. Sidorov, V. S. Varavin,
A. V. Predein, M. V. Yakushev, and D. G. Ikusov

Rzhanov Institute of Semiconductor Physics, SB RAS
13 Lavrentieva pr., Novosibirsk, 630090, Russia
E-mail: George@isp.nsc.ru

Received April 23, 2019

Histogram of dark currents of long-wave photodiodes matrices made of heteroepitaxial structures $\text{Cd}_{0.22}\text{Hg}_{0.78}\text{Te}/\text{CdTe}/\text{ZnTe}/\text{GaAs}(301)$ was analyzed. The maximum of the histogram corresponds to diffusion currents for the nominal photoelectric parameters of CdHgTe . There are single photodiodes with dark currents which are orders of magnitude higher than the diffusion current. The probability of their appearance is associated with V-defects of the HS structure, whose density is of the order of magnitude and which are regions of a damaged CdHgTe structure with an excess of tellurium. There is a fairly large number of diodes (tens of percent) with slightly increased dark currents. Investigation of the C-V characteristics of the MIS on the HS shows the presence of a non-uniformly distributed positive charge which is sufficient for inversion of the conductivity type in certain areas. The formation of n-type shunt layer on the surface should lead to an increase in the dark currents of the photodiodes located in such areas.

Keywords: MCT, CdHgTe , Al_2O_3 , photodiode, dark current, structural defects, MIS structure.

REFERENCES

1. G. Brill, Yu. Chen, P. Wijewarnasuriya, and N. Dhar., *Proc. of SPIE* **7419**, 74190L-1 (2009).
2. J. D. Benson, L. O. Bubulac, P. J. Smith, et al., *J. Electron. Mater.* **39**, 1080 (2010).
3. Kai He, Song-Min Zhou, Yang Li, Xi Wang, et al., *J. Appl. Phys.* **117**, 204501 (2015).
4. V. S. Varavin, S. A. Dvoretzky, V. I. Liberman, N. N. Mikhailov, and Yu. G. Sidorov, *J. Crystal Growth*. **159**, 1161 (1996).
5. Yu. G. Sidorov, M. V. Yakushev, V. S. Varavin, et al., *Physics of the Solid State* **57**, 2151 (2015).
6. Y. Chen, S. Farrell, G. Brill, P. Wijewarnasuriya and N. Dhar., *J. Crystal Growth*. **310**, 5303 (2008).
7. I. V. Sabinina, A. K. Gutakovsky, Yu. G. Sidorov, and A. V. Latyshev, *J. Crystal Growth*. **274**, 339 (2008).
8. A. V. Predein and V. V. Vasilyev, *Prikl. Fiz.*, No. 5, 41 (2011).
9. A. P. Kovchavtsev, G. Yu. Sidorov, A. E. Nastovjak, et al., *J. Appl. Phys.* **121**, 125304 (2017).
10. G. Yu. Sidorov, V. A. Shvets, Yu. G. Sidorov, and V. S. Varavin, *Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing* **53**, 617 (2017).