

## Исследование дифференциального сопротивления МДП-структур на основе $n\text{-Hg}_{0,78}\text{Cd}_{0,22}\text{Te}$ с приповерхностными варизонными слоями

А. В. Войцеховский, Н. А. Кульчицкий, С. Н. Несмелов, С. М. Дзядх,  
В. С. Варавин, С. А. Дворецкий, Н. Н. Михайлов, М. В. Якушев,  
Г. Ю. Сидоров

Проведены исследования адмиттанса МДП-структур на основе  $n(p)\text{-Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$  ( $x = 0,21\text{--}0,23$ ), выращенного методом молекулярно-лучевой эпитаксии на подложках  $\text{Si}$  и  $\text{GaAs}$ . Изучались возможности повышения значения произведения дифференциального сопротивления области пространственного заряда на площадь полевого электрода  $R_{\text{опзA}}$  путем создания приповерхностных варизонных слоев с повышенным содержанием  $\text{CdTe}$ . Установлено, что создание варизонного слоя приводит к увеличению значения  $R_{\text{опзA}}$  в 10–200 раз для МДП-структур на основе  $n\text{-Hg}_{0,78}\text{Cd}_{0,22}\text{Te}$  за счет подавления процессов туннельной генерации через глубокие уровни и уменьшение тока Шокли-Рида. МДП-структуры на основе  $n\text{-Hg}_{0,78}\text{Cd}_{0,22}\text{Te}$  без варизонного слоя, выращенные на  $\text{GaAs}$ -подложках, имеют значения  $R_{\text{опзA}}$ , превышающие в 10 и более раз значения аналогичного параметра для структур, выращенных на  $\text{Si}$ -подложках.

**Ключевые слова:** МДП-структуры,  $\text{HgCdTe}$ , молекулярно-лучевая эпитаксия, дифференциальное сопротивление, варизонный слой.

**Ссылка:** Войцеховский А. В., Кульчицкий Н. А., Несмелов С. Н., Дзядх С. М., Варавин В. С., Дворецкий С. А., Михайлов Н. Н., Якушев М. В., Сидоров Г. Ю. // Прикладная физика. 2019. № 2. С. 28.  
**Reference:** A. V. Voitsekhovskii, N. A. Kulchitsky, S. N. Nesmelov, S. M. Dzyadukh, V. S. Varavin, S. A. Dvoretzky, N. N. Mikhailov, M. V. Yakushev, and G. Yu. Sidorov, Prikl. Fiz., No. 2, 28 (2019).

Войцеховский Александр Васильевич<sup>1</sup>, зав. кафедрой, д.ф.-м.н., профессор.

Кульчицкий Николай Александрович<sup>2</sup>, гл. специалист, д.т.н.

Несмелов Сергей Николаевич<sup>1</sup>, с.н.с., к.ф.-м.н.

Дзядх Станислав Михайлович<sup>1</sup>, с.н.с., к.ф.-м.н.

Варавин Василий Семенович<sup>3</sup>, с.н.с., к.ф.-м.н.

Дворецкий Сергей Алексеевич<sup>1,3</sup>, зав. отделом, к.ф.-м.н.

Михайлов Николай Николаевич<sup>3</sup>, с.н.с., к.ф.-м.н.

Якушев Максим Витальевич<sup>3</sup>, зав. лаб., д.ф.-м.н.

Сидоров Георгий Юрьевич<sup>3</sup>, зав. лаб., к.ф.-м.н.

<sup>1</sup> Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, 634050, Томск, пр. Ленина, 36.

Тел. (3822) 41-27-72. E-mail: vav43@mail.tsu.ru

<sup>2</sup> АО «НПО «Орион».

Россия, 111538, Москва, ул. Косинская, 9.

E-mail: orion@orion-ir.ru

<sup>3</sup> Институт физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН.

Россия, 630090, Новосибирск, пр. ак. Лаврентьева, 13.

E-mail: ifp@isp.nsc.ru

Статья поступила в редакцию 29 мая 2018 г.

© Войцеховский А. В., Кульчицкий Н. А., Несмелов С. Н., Дзядх С. М., Варавин В. С., Дворецкий С. А., Михайлов Н. Н., Якушев М. В., Сидоров Г. Ю., 2019

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Томской области в рамках научного проекта № 16-42-700759.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Rogalski A. Infrared Detectors – New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011.
2. Kinch M. A. // Journal of Electronic Materials. 2015. Vol. 44. No. 9. P. 2969.
3. Сидоров Ю. Г., Дворецкий С. А., Варавин В. С., Михайлов Н. Н., Якушев М. В., Сабина И. В. // ФТП. 2001. Т. 35. № 9. С. 1092.
4. Voitsekhovskii A. V., Nesmelov S. N., Dzyadukh S. M. // Journal of Physics and Chemistry of Solids. 2017. Vol. 102. P. 42.
5. Fu R., Pattison J. // Optical Engineering. 2012. Vol. 51. No. 10. P. 104003-(1-4).
6. Zhang P., Ye Z.-H., Sun C.-H., et al. // Journal of Electronic Materials. 2016. Vol. 45. No. 9. P. 4716.
7. Васильев В. В., Войцеховский А. В., Дульцев Ф. Н. и др. // Прикладная физика. 2007. № 5. С. 63.
8. Voitsekhovskii A. V., Nesmelov S. N., Dzyadukh S. M. et al. // Infrared Physics & Technology. 2017. Vol. 87. P. 129.

PACS: 85.60 Gz

### Investigation of the differential resistance of MIS-structures based on $n\text{-Hg}_{0.78}\text{Cd}_{0.22}\text{Te}$ with near-surface graded-gap layers

A. V. Voitsekhovskii<sup>1</sup>, N. A. Kulchitsky<sup>2</sup>, S. N. Nesmelov<sup>1</sup>, S. M. Dzyadukh<sup>1</sup>, V. S. Varavin<sup>3</sup>, S. A. Dvoretzky<sup>1,3</sup>, N. N. Mikhailov<sup>3</sup>, M. V. Yakushev<sup>3</sup>, and G. Yu. Sidorov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> National Research Tomsk State University  
36 Lenin av., Tomsk, 634050, Russia  
E-mail: vav43@mail.tsu.ru

<sup>2</sup> Orion R&P Association, JSC  
9 Kosinskaya st., Moscow, 111538, Russia  
E-mail: orion@orion-ir.ru

<sup>3</sup> Rzhanov Institute of Semiconductor Physics of SB RAS  
13 Lavrentieva av., Novosibirsk, 630090, Russia  
E-mail: ifp@isp.nsc.ru

Received May 29, 2018

*It has been established that the creation of a graded-gap layer leads to an increase in the value of product  $R_{SCRA}$  by 10–200 times for MIS structures based on  $n\text{-Hg}_{0.78}\text{Cd}_{0.22}\text{Te}$  due to the suppression of tunneling through deep levels and a decrease in the Shockley-Read generation current. MIS structures based on  $n\text{-Hg}_{0.78}\text{Cd}_{0.22}\text{Te}$  without a graded-gap layer grown on GaAs substrates have values of  $R_{SCRA}$  that exceed values of a similar parameter by 10 or more times for structures grown on Si substrates. This is due to the high defectiveness of films grown on silicon substrates. MIS structures based on MBE  $n\text{-Hg}_{0.78}\text{Cd}_{0.22}\text{Te}$  with a graded-gap layer grown on GaAs substrates have values of  $R_{SCRA}$  large by a factor of 5–10 with  $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$  as an insulator. The values of  $R_{SCRA}$  for MIS structures based on  $n\text{-Hg}_{0.78}\text{Cd}_{0.22}\text{Te}$  with a graded-gap layer grown on Si substrates depend weakly on the type of insulator, but these values turned out to be small at 77 K.*

**Keywords:** MIS structures, HgCdTe, molecular-beam epitaxy, differential resistance, graded-gap layers.

## REFERENCES

1. A. Rogalski, *Infrared Detectors* (New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011).
2. M. A. Kinch, *Journal of Electronic Materials* **44**, 2969 (2015).
3. Yu. G. Sidorov, S. A. Dvoretiskii, V. S. Varavin, et al., *Semiconductors* **35**, 1045 (2001).
4. A. V. Voitsekhovskii, S. N. Nesmelov, and S. M. Dzyadukh, *Journal of Physics and Chemistry of Solids* **102**, 42 (2017).
5. R. Fu and J. Pattison, *Optical Engineering* **51** (10), 104003 (2012).
6. P. Zhang, Z.-H. Ye, C.-H. Sun, et al., *Journal of Electronic Materials* **45** (9), 4716 (2016).
7. V. V. Vasilyev, A. V. Voitsekhovskii, F. N. Dultsev, et al., *Prikl. Fiz.*, No. 5, 63 (2007).
8. A. V. Voitsekhovskii, S. N. Nesmelov, S. M. Dzyadukh, et al., *Infrared Physics & Technology* **87**, 129 (2017).