

УДК 537.311.33

PACS: 85.30.-z

Рекомбинация носителей заряда через мелкие уровни бора в кремнии при низких температурах

Т. Т. Муратов

В данной работе изучен процесс рекомбинации носителей через мелкие примесные центры бора в кремнии при низких температурах. Основное внимание было уделено теоретическому объяснению «эмпирических» температурных зависимостей времени жизни $\tau(T)$ носителей в интервале температур (1,7÷4,2) К при концентрациях легирующей примеси $n_B \geq 10^{14} \text{ см}^{-3}$ и компенсации $\leq 10\%$ ($n_D + n_A \leq 10^{13} \text{ см}^{-3}$). Довольно точно удалось установить, что мелкий возбужденный уровень с энергией связи 5 мэВ (3s-состояние) является почти резонансным. Получены приближенные формулы для коэффициента резонансного захвата.

Ключевые слова: маршруты рекомбинации, резонансный уровень, коэффициент захвата, время жизни, фотопроводимость.

Ссылка: Муратов Т. Т. // Прикладная физика. 2019. № 3. С. 39.

Reference: T. T. Muratov, Prikl. Fiz., No. 3, 39 (2019).

Муратов Темур Ташкабаевич, соискатель кафедры.
Ташкентский государственный педагогический университет им. Низами.
Узбекистан, 100185, г. Ташкент, ул. Бунёдкор, 27.
E-mail: temur-muratov@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 11 февраля 2019 г.

© Муратов Т. Т., 2019

ЛИТЕРАТУРА

1. Гершензон Е. М., Ладыжинский Ю. П., Мельников А. П. // Письма в ЖЭТФ. 1971. Т. 14. Вып. 9. С. 380.
2. Рыльков В. В. // ФТП. 1988. Т. 22. Вып. 9.

С. 1661.

3. Воеводин Е. И., Гершензон Е. М., Гольцман Г. Н., Птицина Н. Г., Чулкова Г. М. // ФТП. 1988. Т. 22. Вып. 3. С. 540.

4. Иمامов Э. З., Курносова О. В., Пахомов А. А. // ФТТ. 1989. Т. 31. Вып. 3. С. 211.

5. Мельников А. П., Гурвич Ю. А., Шестаков Л. Н., Гершензон Е. М. // Письма в ЖЭТФ. 2001. Т. 73. Вып. 1. С. 50.

6. Гершензон Е. М., Мельников А. И., Рабинович Р. И., Серебрякова Н. А. // УФН. 1980. Т. 132. Вып. 2. С. 353.

7. Иمامов Э. З., Колчанова Н. М., Крещук Л. Н., Яссиевич И. Н. // ФТТ. 1985. Т. 27. Вып. 1. С. 69.

8. Глинчук К. Д., Прохорович А. В. // ФТП. 2002. Т. 36. Вып. 5. С. 519.

9. Мукашев Б. Н., Абдуллин Х. А., Горелкинский Ю. В. // УФН. 2000. Т. 170. Вып. 2. С. 143.

PACS: 85.30.-z

Recombination of charged carriers across boron shallow levels in silicon at low temperatures

T. T. Muratov

Nizami Tashkent State Pedagogical University
27 Bunedkor st., Tashkent, 100185, Uzbekistan
E-mail: temur-muratov@yandex.ru

Received February 11, 2019

Consideration is given to the theoretical research of recombination process of mobile carriers across boron shallow impurities centers in silicon at low temperatures. Major attention was

² Формулу (4) можно применять и для других мелких водородных примесей в Si, а также для Ge, GaAs с тем лишь условием, что резонансный уровень ϵ условно рассматривать как метастабильный [8, 9]. При такой трактовке условие $\epsilon \gg k_B T$ приобретает характер критерия «устойчивости» данного метастабильного состояния. Чем ниже температура, тем лучше соблюдается данный критерий.

devoted to theoretical interpretation of empiric temperature dependencies of lifetime τ (T) of the carriers in the temperature range of (1,7÷4,2) K under doped impurity concentrations $n_B \geq 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ and compensation $\leq 10\%$ ($n_D + n_A \leq 10^{13} \text{ cm}^{-3}$). It is enough exactly determined, that shallow excited level with binding energy 5 meV (3s-state) is almost resonant. The approximate formulas for coefficient of resonant capture are obtained.

Keywords: recombination canals, resonant level, coefficient of capture, lifetime, photoconductivity.

REFERENCES

1. E. M. Gershenson, Yu. P. Ladyjinskiy, and A. P. Melnikov, *Sov. JETP Letters* **14** (9), 380 (1971).
2. V. V. Rylkov, *Sov. Semiconductors* **22** (9), 1661 (1988).
3. E. I. Voevodin, E. M. Gershenson, G. N. Goltsman, N. G. Ptistina, and G. M. Chulkova, *Sov. Semiconductors* **22** (3), 540 (1988).
4. E. Z. Imamov, O. B. Kurnosova, and A. A. Pahomov, *Sov. State Solid Physics* **31** (3), 211 (1989).
5. A. P. Melnikov, Yu. A. Gurchich, L. N. Shestakov, and E. M. Gershenson, *JETP Letters* **73** (1), 50 (2001).
6. E. M. Gershenson, A. I. Melnikov, R. I. Rabinovich, and N. A. Serebryakova, *Sov. Phys. Usp.* **132** (2), 353 (1980).
7. E. Z. Imamov, N. M. Kolchanova, L. N. Kreshuk, and I. N. Yassievich, *Sov. State Solid Physics* **27** (1), 69 (1985).
8. K. D. Glinchuk and A. V. Prokhorovich, *Semiconductors* **36** (5), 519 (2002).
9. B. N. Mukashev, Kh. A. Abdullin, and Yu. V. Gorelkinskii, *Phys. Usp.* **170** (2), 143 (2000).