

УДК 621.315.592

PACS: 85.30.-z

## Влияние термической обработки кремния, легированного никелем, на его электрические свойства

*Н. А. Тургунов, Э. Х. Беркинов, Д. Х. Мамажонов*

*В работе рассмотрено влияние термической обработки, при температурах  $T = 573\text{--}1073\text{ K}$ , на электрические свойства монокристаллов кремния, содержащих микровключения примесных атомов никеля. Изучено влияние термической обработки на удельное сопротивление монокристаллов кремния, легированного никелем. С помощью электронно-зондового микроанализа получены изображения примесных микровключений никеля до и после воздействия термической обработки.*

*Ключевые слова:* монокристаллический кремний, никель, диффузия, термический отжиг, скорость охлаждения, микровключения никеля, электронно-зондовый микроанализ.

**Ссылка:** Тургунов Н. А., Беркинов Э. Х., Мамажонов Д. Х. // Прикладная физика. 2020. № 3. С. 40.  
**Reference:** N. A. Turgunov, E. H. Berkinov, and D. X. Mamazhonova, Prikl. Fiz., No. 3, 40 (2020).

**Тургунов Нозимжон Абдуманнопович**<sup>1</sup>, ученый секретарь, д.ф.-м.н.

**Беркинов Элмурод Хошимжонович**<sup>1</sup>, докторант.

**Мамажонов Дилнозахон Хаётулло кизи**<sup>2</sup>, студент.

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт физики полупроводников и микроэлектроники при Национальном университете Узбекистана.

Республика Узбекистан, 100057, г. Ташкент,

ул. Янги Алмазар, 20.

E-mail: tna\_1975@mail.ru

<sup>2</sup> Национальный университет Узбекистана.

Республика Узбекистан, 100174, г. Ташкент,

ул. Университетская, 4.

Статья поступила в редакцию 01 июня 2020 г.

© Тургунов Н. А., Беркинов Э. Х., Мамажонов Д. Х., 2020

### ЛИТЕРАТУРА

1. Булярский С. В., Фистуль В. И. Термодинамика и кинетика взаимодействующих дефектов в полупроводниках. – М.: Наука, 1997.

2. Nakatsuka O., Hasegawa M., Kato K., Taoka N., Zaima Sh. // Japanese Journal of Applied Physics. 2014. Vol. 53. № 5S2. P. 05GA12.

3. Lindroos J., Fenning D. P., Backlund D. J.,

Verlage E., Gorgulla A., Estreicher S. K., Savin H., Buonassisi T. // Journal of Applied Physics. 2013. Vol. 113. Is. 20. doi.org/10.1063/1.4807799.

4. Morishige A. E., Jensen M. A., Hofstetter J., Yen P. X., Wang Ch., Lai B., Fenning D. F., Buonassisi T. // Appl. Phys. Lett. 2016. Vol. 108. P. 202104.

5. Kveder V., Khorosheva M., Seibt M. // Solid State Phenomena. 2016. Vol. 242. P. 147.

6. Бахадырханов М. К., Идиев Х. М., Аюнов К. С., Абдурахмонов Б. А., Кривенко П. Ю., Холмухамедов Р. Л. // Неорганические материалы. 2011. Т. 47. № 9. С. 1062.

7. Abdurakhmanov B. A., Bakhadir Khanov M. K., Ayupov K. S., Iliyev H. M., Saitov E. B., Mavlyanov A., Kamalov H. U. // Nanoscience and Nanotechnology. 2014. Vol. 4 (2). P. 23.

8. Heuer M., Buonassisi T., Marcus M., Istratov A., Pickett D., Shibata T., Weber R. // Physical Review. 2006. B 73. P. 235204.

9. Климанов Е. А. // Успехи прикладной физики. 2016. Т. 4. № 5. С. 471.

10. Turgunov N. A. // Journal of Material Sciences & Engineering. 2018. Vol. 7. Is. 3. DOI: 10.4172/2169-0022.1000458.

11. Тургунов Н. А. // Доклады Академии Наук Высшей школы России. 2007. № 2 (9). С. 70.

12. Turgunov N. A. // Inorganic Materials. 2018. Vol. 54. № 12. P. 1183.

PACS: 85.30.-z

**The influence of thermal processing on the electrical properties of silicon,**

**alloyed nickel**

*N. A. Turgunov<sup>1</sup>, E. H. Berkinov<sup>1</sup>, and D. X. Mamazhonova<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Research Institute of Semiconductor Physics and Microelectronics  
at the National University of Uzbekistan  
20 Yangi Olmazor st., Tashkent, 100057, Uzbekistan

<sup>2</sup> National University of Uzbekistan  
4 Universitetskaya st., Tashkent, 100174, Uzbekistan

*Received June 01, 2020*

***The influence of heat treatment at temperatures  $T = 573\text{--}1073\text{ K}$  on the electrical properties of silicon single crystals containing microinclusions of impurity nickel atoms is considered. The effect of heat treatment on the resistivity of nickel-doped silicon single crystals is studied. Using electron probe microanalysis, images of nickel impurity microinclusions were obtained before and after exposure to heat treatment.***

***Keywords:*** single-crystal silicon, nickel, diffusion, thermal annealing, cooling rate, nickel microinclusions, electron probe microanalysis.

**REFERENCES**

1. S. V. Bulyarsky and V. I. Fistul, *Thermodynamics and kinetics of interacting defects in semiconductors* (Nauka, Moscow, 1997).
2. O. Nakatsuka, M. Hasegawa, K. Kato, N. Taoka, and Sh. Zaima, *Japanese Journal of Applied Physics* **53** (5S2), 05GA12 (2014).
3. J. Lindroos, D. P. Fenning, D. J. Backlund, E. Verlage, A. Gorgulla, S. K. Estreicher, H. Savin, and T. Buonassisi, *Journal of Applied Physics* **113** (20), [doi.org/10.1063/1.4807799](https://doi.org/10.1063/1.4807799) (2013).
4. A. E. Morishige, M. A. Jensen, J. Hofstetter, P. X. Yen, Ch. Wang, B. Lai, D. F. Fenning, and T. Buonassisi, *Appl. Phys. Lett.* **108**, 202104 (2016).
5. V. Kveder, M. Khorosheva, and M. Seibt, *Solid State Phenomena* **242**, 147 (2016).
6. M. K. Bahadyrkhanov, H. M. Iliyev, K. S. Ayupov, B. A. Abdurakhmonov, P. Yu. Krivenko, and R. L. Kholmukhamedov, *Inorganic materials* **47** (9), 1062 (2011).
7. B. A. Abdurakhmanov, M. K. Bakhadirkanov, K. S. Ayupov, H. M. Iliyev, E. B. Saitov, A. Mavlyanov, and H. U. Kamalov, *Nanoscience and Nanotechnology* **4** (2), 23 (2014).
8. M. Heuer, T. Buonassisi, M. Marcus, A. Istratov, D. Pickett, T. Shibata, and R. Weber, *Physical Review* **B 73**, 235204 (2006).
9. E. A. Klimanov, *Usp. Prikl. Fiz.* **4** (5), 471 (2016).
10. N. A. Turgunov, *Journal of Material Sciences & Engineering* **7** (3), DOI: 10.4172/2169-0022.1000458 (2018).
11. N. A. Nurgunov, *Reports of the Academy of Sciences of the Higher school of Russia*, No. 2 (9), 70 (2007).
12. N. A. Turgunov, *Inorganic Materials* **54** (12), 1183 (2018).