

## Осцилляции напряжения в тонких углеродных пленках в области отрицательного дифференциального сопротивления

Л. А. Буркова, Д. К. Иванов, К. Г. Иванов, А. П. Щербаков

*Исследована тонкая пленка, полученная осаждением на подложку фрагментов углеродного волокна, образовавшихся вследствие его взрывного разрушения при пропускании сильных импульсных токов. Показано, что при напряжении порядка 300 В пленка входит в область отрицательного дифференциального сопротивления N-типа, в которой наблюдаются релаксационные осцилляции напряжения. Предложен механизм возникновения отрицательного дифференциального сопротивления и появления осцилляций напряжения.*

*Ключевые слова:* углеродная пленка, отрицательное дифференциальное сопротивление, релаксационные осцилляции напряжения.

**Ссылка:** Буркова Л. А., Иванов Д. К., Иванов К. Г., Щербаков А. П. // Прикладная физика. 2019. № 1. С. 66.

**Reference:** L. A. Burkova, D. K. Ivanov, K. G. Ivanov, and A. P. Shcherbakov, Prikl. Fiz., No. 1, 66 (2019).

---

**Буркова Людмила Алексеевна**, доцент, к.ф.-м.н.  
**Иванов Дмитрий Константинович**, ст. преподаватель, к.э.н.  
**Иванов Константин Георгиевич**, зав. кафедрой, д.ф.-м.н.  
**Щербаков Александр Павлович**, доцент, к.т.н.  
 Санкт-Петербургский государственный университет  
 промышленных технологий и дизайна.  
 Россия, 191186, Санкт-Петербург, Большая Морская ул., 18.  
 Тел.: 8(812) 315-13-83, 8(812) 315-15-56.  
 E-mail: kivanov@mail.ru

Статья поступила в редакцию 22 ноября 2018 г.

© Буркова Л. А., Иванов Д. К., Иванов К. Г., Щербаков А. П., 2019

### ЛИТЕРАТУРА

- Ridley B. K. // Proc. Phys. Soc. 1963. Vol. 82. No. 6. P. 954.
- Piazza F., Christianen P. C. M., Maan J. // Phys. Rev B. 1997. Vol. 55. No. 23. P. 15591.
- Mayer K. M., Parisi J., Huebener R. P. // Z. Phys. B. Condensed Matter. 1988. Vol. 71. No. 2. P. 171.
- Nogaret A. // J. App. Polym. Sci. 2014. Vol. 131. No. 24. P. 40169.
- Tseng R. J., Huang J., Quyang J., Kaner R. B., Yang Y. // Nano. Let. 2005. Vol. 5. No. 5. P. 1077.
- Lee J. U., Kim G. Y., Jung H., Park G. H. // J. Electrochem. Soc. 1977. Vol. 144. No. 1. P. 2284.
- Meoller S., Forrest S. R., Perlov C., Jackson W., Tausig C. // J. App. Phys. 2003. Vol. 94. No. 12. P. 7811.
- Chen J., Xu L., Lin J., Geng Y., Wang L., Ma D. // Semicond. Sci. Technol. 2006. Vol. 21. No. 8. P. 1121.
- Иванов К. Г., Щербаков А. П., Иванов Д. К. // Прикладная физика. 2015. № 3. С. 47.
- Kahn A. M., Mar D. J., Westervelt M. // Phys. Rev. B. 1991. Vol. 43. No. 12. P. 9740.
- Иванов К. Г., Урюпин О. Н., Иванов Д. К. // ФТП. 2017. Т. 51. Вып. 7. С. 870.
- Collins P. G., Bradley K., Ishigami M., Zettl A. // Science. 2000. Vol. 287. No. 5459. P. 1801.
- Imai J., Kaneko K. // Langmuir. 1998. Vol. 8. No. 7. P. 1695.
- Huang H., Li Z., She J., Wang W. // J. App. Phys. 2012. Vol. 111. No. 5. P. 054317.
- Tang A., Teng F., Qian L., Hou Y., Wang Y. // App. Phys. Let. 2007. Vol. 95. No. 14. P. 143115.
- Wang M. L., Zhou J., Gao X. D., Ding B. F., Shi Z., Sun X. Y., Ding Y. M., Hou X. Y. // App. Phys. Let. 2007. Vol. 91. No. 14. P. 143511.
- You Y. T., Wang M. L., Xuxie H. N., Wu B., Sun Z. Y., Hou X. Y. // App. Phys. Let. 2010. Vol. 97. No. 23. P. 233301.
- Rau U., Clauss W., Kittel A., Lehr M., Bayerbach M., Parisi J., Pienke J., Huebener R. P. // Phys. Rev. B. 1991. Vol. 43.

## Voltage oscillations in thin carbon films in the region of negative differential resistance

L. A. Burkova, D. K. Ivanov, K. G. Ivanov, and A. P. Shcherbakov

Saint Petersburg State University of Industrial Technology and Design  
18 Bolshaya Morskaya st., Saint Petersburg, 191186, Russia  
E-mail: kivanov@mail.ru

Received November 22, 2018

*We investigated thin films formed by deposition on dielectric substrate solid particles, released from carbon fiber, subjected to strong pulsed current. It is shown that a current-voltage characteristic of the film has a region of the N type negative differential resistance in which the recurrent relaxation oscillations of voltage are observed. The mechanism of the appearance of negative differential resistance and the formation of voltage oscillatory cycle is proposed.*

*Keywords:* carbon film, negative differential resistance, relaxation oscillations of the voltage.

### REFERENCES

1. B. K. Ridley, Proc. Phys. Soc. **82** (6), 954 (1963).
2. F. Piazza, P. C. M. Christianen, and J. Maan, Phys. Rev. B **55** (23), 15591 (1997).
3. K. M. Mayer, J. Parisi, and R. P. Huebener, Z. Phys. B. Condensed Matter. **71** (2), 171 (1988).
4. A. Nogaret. J. App. Polym. Sci. **131** (24), 40169 (2014).
5. R. J. Tseng, J. Huang, J. Quyang, et al., Nano Let. **5** (5), 1077 (2005).
6. J. U. Lee, G.Y. Kim, H. Jung, et al., J. Electrochem. Soc. **144** (1), 2284 (1977).
7. S. Meoller, S.R. Forrest, C. Perlov, et al., J. App. Phys. **94** (12), 7811 (2003).
8. J. Chen, L. Xu, J. Lin, et al., Semicond. Sci. Technol. **21** (8), 1121 (2006).
9. K. G. Ivanov, A. P. Shcherbakov, and D. K. Ivanov, Prikl. Fiz., No. 3, 47 (2015).
10. A. M. Kahn, D. J. Mar, and M. Westervelt, Phys. Rev. B. **43** (12), 9740 (1991).
11. D. K. Ivanov, O. N. Urupin, and K. G. Ivanov, FTP **51** (7), 870 (2017).
12. P. G. Collins, K. Bradley, M. Ishigami, et al., Science **287** (5459), 1801 (2000).
13. J. Imai and K. Kaneko, Langmuir. **8** (7), 1695 (1998).
14. H. Huang, Z. Li, J. She, et al., J. App Phys. **111** (5), 054317 (2012).
15. A. Tang, F. Teng, L. Qian, et al., App. Phys. Let. **95** (14), 143115 (2007).
16. M. L. Wang, J. Zhou, X. D. Gao, et al., App. Phys. Let. **91** (14), 143511 (2007).
17. Y. T. You, M. L. Wang, H. N. Xuxie, et al., App. Phys. Let. **97** (23), 233301 (2010).
18. U. Rau, W. Clauss, A. Kittel, et al., Phys. Rev. B **43** (3), 2255 (1991).