

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE
V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics



«Лашкарьовські читання»
*Конференція молодих вчених
з фізики напівпровідників*

«Lashkaryov's readings»
*Young scientists conference
on semiconductor physics*

Збірник тез
Abstract books

Київ, Україна
Kyiv, Ukraine

**Національна академія наук України
Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова
Рада молодих вчених Інституту фізики напівпровідників
ім. В.Є. Лашкарьова**

**Конференція молодих вчених
з фізики напівпровідників
"Лашкарьовські читання"
з міжнародною участю
3-5 квітня 2019 р.**

Національна академія наук України
Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкаріова
Рада молодих науковців Інституту фізики напівпровідників
ім. В.Є. Лашкаріова НАН України

УДК. 539.2

Збірник тез конференції молодих вчених з фізики напівпровідників «Лашкарівські читання» з міжнародною участю, Київ, 3-5 квітня 2019 року, Україна. – 96 с.

Конференція «Лашкарівські читання» проводиться для молодих вчених України та зарубіжжя з метою заохочення аспірантів, студентів та молодих вчених до активної наукової діяльності в сучасних областях фізики.

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкаріова НАН України. Протокол № 3 від «20» березня 2019 р.

© Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкаріова.

ISBN 978-966-02-8861-4 (електронне видання)

Structural and Electrical properties of Carbon Nanotube PEDOT:PSS Layers

D. Lukashevych¹, I. Karbovnyk², I. Zhydenko³, D. Chalyy³, H. Klym^{1*}

¹*Lviv Polytechnic National University, 12 Bandera Str., Lviv 79013, Ukraine*

²*Ivan Franko National University of Lviv, 107, Tarnavskogo Str., Lviv, 79017, Ukraine*

³*Lviv State University of Life Safety, 35 Kleparivska Str., Lviv, 79007, Ukraine*

*E-mail: *klymha@yahoo.com; halyna.i.klym@lpnu.ua*

Nanocomposites formed by the addition of nanosized filling elements into dielectric (often polymer) matrix are known to have extraordinary mechanical, thermal and electrical properties [1]. Among such nanocomposites of significant interest are PEDOT:PSS polymer matrices reinforced with carbon nanotubes which show great potential for sensor and other applications. This particular polymer is one of the most studied and a lot of works have contributed to better understanding of PEDOT/PSS tailorable properties. In this work we experimentally analyze structural features and electrical behavior of PEDOT:PSS polymer layers with inclusions of high-purity single-walled (SWCNTs) or multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs).

Composite layers with the "polymer – carbon nanotubes" structure were obtained from aqueous suspension (1%) of poly-3,4, ethyldioxythiophene (PEDOT), stabilized with a surface-active anionic substance. Single-walled carbon nanotubes (SWCNTs) with a mean diameter of several nanometers and multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) with an average external diameter of 65 nm and an average internal diameter of about ten nanometers were used as nanofillers. Electrical studies were performed using E7-20 RLC measuring instrument.

It is shown, that all investigated samples show lowest impedance (highest conductivity) at room temperature and electrical conductivity decrease upon cooling. General trend is that $\text{Re}(Z)$ slightly increases with frequency from 1 kHz to up to some threshold frequency and then drops rapidly. This threshold frequency for pure PEDOT:PSS and PEDOT:PSS/SWCNTs samples is about 100 kHz and is somewhat lower for composite layers with MWCNTs. For layers reinforced with SWCNTs, increase of impedance is more gradual and even more so for MWCNTs-reinforced composites. In the latter case, reliable measurements can be performed even at temperatures as low as 40K. Such specific temperature behaviour of electrical properties may be a consequence of the change in water contamination. In samples with incorporated CNTs the conditions for residual water storage are potentially different due to structural changes introduced by specific nanofiller, so that time needed for complete water removal is different and the process is eventually finished at different temperature. This assumption is further supported by the fact that samples with MWCNTs show slower growth of real impedance with decreasing temperature and generally have higher conductivity at lowest measured temperatures.

Thus, SEM confirmed strong tendency of nanotube bundles formation, especially in the case of multi-walled nanotubes. Local fragments of conductive network formed by nanotubes were found. Systematic electrical studies of the obtained layers were performed in a wide range of frequencies and temperatures. It is shown that SWCNTs and MWCNTs change temperature dependence of the lateral impedance of polymer layers, probably due to structural changes that affect the process of water removal like in case of other materials.

This work was supported by Ministry of Education and Science of Ukraine.

I. Zakaria M.R., et al. Comparative study of graphene nanoparticle and multiwall carbon nanotube filled epoxy nanocomposites based on mechanical, thermal and dielectric properties // Composites Part B: Engineering. – 2017. – 119. – P. 57-66.