

studying the interaction of linearly chain carbon with Au nanoparticles. Our XPS measurements have shown that the Au 4f-spectra in Au@LCC are strongly modified in comparison with unreacted Au NPs due to strong interaction of linear carbon chains with Au NPs and formation of Au–C bond. We demonstrate the possibility of protecting chemically unstable low-dimensional systems by forming composites with linear carbon chains which increase the stability of Au NPs and prevents their agglomeration.

This study was supported by the Russian Science Foundation (Project 19-72-00001).

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНОЙ СИСТЕМЫ [(Co₄₀Fe₄₀B₂₀)₃₄(SiO₂)₆₆/ZnO]₁₁₂

Жилова О.В.¹, Панков С.Ю.¹, Макагонов В.А.¹, Фошин В.А.¹, Бабкина И.В.¹

¹ Воронежский Государственный Технический Университет, г. Воронеж, Россия

E-mail: zhilova105@mail.ru

THE ELECTRICAL PROPERTIES OF THE MULTILAYER SYSTEM [(Co₄₀Fe₄₀B₂₀)₃₄(SiO₂)₆₆/ZnO]₁₁₂

Zhilova O.V.¹, Pankov S.Yu.¹, Makagonov V.A.¹, Foshin V.A.¹, Babkina I.V.¹

¹ Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

It was shown that the change in the electrical resistivity of [(Co₄₀Fe₄₀B₂₀)₃₄(SiO₂)₆₆/ZnO]₁₁₂ films from their thickness is associated with the formation of a multilayer structure and a decrease in the specific number of conductive interface regions with increasing film thickness.

Тонкопленочные структуры [(Co₄₀Fe₄₀B₂₀)₃₄(SiO₂)₆₆/ZnO]₁₁₂ были получены методом ионно-лучевого распыления. Независимо распылялись поверхности двух мишеней: составная мишень пластина сплава Co₄₀Fe₄₀B₂₀ с навесками SiO₂ и мишень из полупроводника ZnO. Подложка была закреплена на карусели и циклически перемещалась относительно позиций напыления композита и полупроводника [1]. Толщины полученных пленок варьировались от 0,15 до 0,35 мкм, количество бислоев составило 112.

При анализе зависимости удельного электрического сопротивления от толщины пленки [(Co₄₀Fe₄₀B₂₀)₃₄(SiO₂)₆₆/ZnO]₁₁₂ ($\rho(h)$) в диапазоне толщин от 0,16 мкм до 0,24 мкм наблюдается значительное уменьшение $\rho(h)$. Это может быть связано с формированием пространственной многослойной структуры. Если предположить, что основным каналом проводимости является интерфейс между широкозонным полупроводником (ZnO) и наногранулированным композитом, то формирование такой квазинепрерывной двухмерной области при образовании слоистой структуры приводит к существенному понижению удельного электрического сопротивления. При увеличении толщины слоев на единицу толщины

пленки число каналов проводимости уменьшается, следовательно, $\rho(h)$ увеличивается.

На рисунке приведены температурные зависимости сопротивления пленок $[(\text{Co}_{40}\text{Fe}_{40}\text{B}_{20})_{34}(\text{SiO}_2)_{66}/\text{ZnO}]_{112}$, которые должны отражать структурные изменения в образцах при кристаллизации [2]. Действительно, немонотонный ход зависимостей $R(T)$ можно связать со следующими структурными превращениями: $300 \div 400$ °C - переход материала из аморфного состояния в гетерогенное кристаллическое с образованием CoFe, оксида железа и оксида цинка; $400 \div 500$ °C – с выделением фазы $\text{CoFeO}_2(\text{BO}_3)$; $500 \div 600$ °C – с разложением фазы CoFe и выделением новой фазы Zn_2SiO_4 . Причем с увеличением толщины реакции превращения сдвигаются в высокотемпературную область. В процессе охлаждения пленок зависимость $R(T)$ имеет полупроводниковый ход.

Работа была выполнена при поддержке РФФИ (проект № 19-48-360010)

1. O.V. Zhilova, S.Yu. Pankov, A.V. Sitnikov, Y.E. Kalinin, M.A. Kashirin, V.A. Makagonov Optical and electrical properties of thin-film hetero-structures of the In_2O_3 -ZnO system / Materials research express. Vol. 6. 086330. (2019).
2. Y.E. Kalinin, A.V. Sitnikov, I.V. Babkina, M.A. Kashirin, V.A. Makagonov, O.V. Zhilova Solid-Phase Transformations in Multilayered $(\text{Co}_{40}\text{Fe}_{40}\text{B}_{20})_{34}(\text{SiO}_2)_{66}$ -ZnO (SnO_2 , In_2O_3) Films / Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. Vol. . 83(9). P. 1116-1121. (2019)