

**ТЕРМИТНЫЙ СИНТЕЗ ПЛЕНОЧНЫХ ФЕРРОМАГНИТНЫХ  
НАНОКОМПОЗИТОВ**

Быкова Л.Е., Мягков В.Г., Жигалов В.С., Мацынин А.А.

*Институт физики им. Л.В.Куренского ФИЦ КНЦ СО РАН, 660036 Красноярск, Россия,  
e-mail: lebyk@iph.krasn.ru*

В настоящее время большое внимание уделяется получению и исследованию свойств наноразмерных объектов с целью создания на их основе новых материалов. Важное место в этих исследованиях занимает поиск новых способов создания гибридных пленочных наноконкомпозитов, которые содержат ферромагнетик и широкозонный полупроводник или диэлектрик ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{CdO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) и обладают одновременно магнитными, проводящими и прозрачными свойствами. В работе рассматривается новый подход к синтезу ферромагнитных наноконкомпозитных пленочных материалов на основе термитных твердофазных реакций между слоями окислов 3d металлов ( $\text{Co}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) и металлами Zr, In, Al [1-3].

Ферромагнитные наноконкомпозитные  $\text{Co-ZrO}_2$ ,  $\text{Fe-ZrO}_2$ ,  $\text{Fe-In}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Co-In}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Co-Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CoPt-Al}_2\text{O}_3$  тонкие пленки были синтезированы с использованием термитной реакции между слоями Zr и  $\text{Co}_3\text{O}_4$  (1), Zr и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (2), In и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (3), In и  $\text{Co}_3\text{O}_4$  (4), Al и  $\text{Co}_3\text{O}_4$  (5), Al и  $\text{Co}_3\text{O}_4 + \text{Pt}$  (6).

1.  $\text{Co}_3\text{O}_4 + 2\text{Zr} = 2\text{ZrO}_2 + 3\text{Co} \rightarrow (\text{Tin} \sim 250 \text{ }^\circ\text{C})$
2.  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{Zr} = 3\text{ZrO}_2 + 4\text{Fe} \rightarrow (\text{Tin} \sim 500 \text{ }^\circ\text{C})$
3.  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{In} = \text{In}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe} \rightarrow (\text{Tin} \sim 180 \text{ }^\circ\text{C})$
4.  $3\text{Co}_3\text{O}_4 + 8\text{In} = 4\text{In}_2\text{O}_3 + 9\text{Co} \rightarrow (\text{Tin} \sim 190 \text{ }^\circ\text{C})$
5.  $3\text{Co}_3\text{O}_4 + 8\text{Al} = 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 9\text{Co} \rightarrow (\text{Tin} \sim 500 \text{ }^\circ\text{C})$
6.  $3\text{Co}_3\text{O}_4 + 9\text{Pt} + 8\text{Al} = 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 9\text{CoPt} \rightarrow (\text{Tin} \sim 490 \text{ }^\circ\text{C})$

Твердофазные реакции инициировалась отжигом двухслойных образцов в вакууме  $10^{-6}$  Torr. Определены температуры инициирования (Tin), структурные и магнитные свойства полученных наноконкомпозитных пленок. Электрономикроскопические исследования пленок показали образование нанокластеров Co, Fe и CoPt (30-60 nm) окруженных слоем окислов ( $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{In}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) с большой площадью контакта.

**Литература**

1. Мягков В.Г., Быкова Л.Е., Жигалов В.С., et al., J. Alloys Compds. 2017, 724, 820.
2. Мягков В.Г., Быкова Л.Е., Байуков О.А., et al., J. Alloys Compds. 2015, 636, 223.
3. Мягков В.Г., Жигалов В.С., Быкова Л.Е., et al., J. Alloys Compds. 2016, 665, 197.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ совместно с Правительством Красноярского края, Красноярского краевого фонда науки в рамках проекта project № 18-42-243009p\_мол\_а.*