

НОВЫЕ ПОЛУМАГНИТНЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКИ $\text{CuCr}_{1,5}\text{Sb}_{0,5}\text{S}_{4-x}\text{Se}_x$

Е.В. Бушева, Т.Г. Аминов, Г.Г. Шабунина, А.А. Аршакуни
Институт общей и неорганической химии им.Н.С.Курнакова РАН
119991 Москва, Ленинский проспект, 31, Россия

Для управления магнитными свойствами материала использован способ получения магнитных полупроводников контролируемым введением донорных (акцепторных) атомов, которые при пороговых концентрациях приводят к упорядочению ферромагнитных кластеров, возникающих вблизи примесных атомов.

В качестве антиферромагнитных полупроводниковых фаз – кандидатов на роль матрицы для получения новых полумагнитных полупроводников служили твердые растворы $\text{CuCr}_{1,5}\text{Sb}_{0,5}\text{S}_{4-x}\text{Se}_x$ с замещением по аниону.

Синтез $\text{CuCr}_{1,5}\text{Sb}_{0,5}\text{S}_{4-x}\text{Se}_x$ проводили из элементов, взятых в соотношениях согласно формульному составу при $x = 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0$. Температура опыта была 560-600 °С. Полноту протекания твердофазных реакций контролировали методом рентгенофазового анализа. Продолжительность опытов составляла не менее 14 сут, без учета времени на дополнительный отжиг образцов после перетирания спека.

Были получены образцы, соответствующие составам $x = 0; 0,5$ и $3,5$, в однофазном состоянии. В граничном соединении $\text{CuCr}_{1,5}\text{Sb}_{0,5}\text{Se}_4$ присутствовала небольшая примесь второй фазы. Остальные образцы, где $x = 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0$, представляли собой смеси двух шпинельных фаз. Параметры их решеток с увеличением содержания селена росли даже в двухфазной области вследствие чрезвычайно медленного установления равновесия или наличия в системе области несмешиваемости фаз.

Измерения магнитных свойств образцов с $x = 0, 0,5; 3,5$ и 4 проводили на СКВИД-магнитометре в интервале температур 5-300 К и магнитных полях до 50 кЭ, снимая температурные зависимости намагниченности в слабом и сильном магнитном поле при охлаждении в поле и без поля.

$\text{CuCr}_{1,5}\text{Sb}_{0,5}\text{S}_4$, граничный состав системы, является антиферромагнетиком с $T_N = 23,7$ К. На рис.1 и 2 для $\text{CuCr}_{1,5}\text{Sb}_{0,5}\text{S}_{0,5}\text{Se}_{3,5}$ и $\text{CuCr}_{1,5}\text{Sb}_{0,5}\text{S}_{3,5}\text{Se}_{0,5}$ представлены температурные зависимости намагниченности при $H = 50$ Э и $H = 10$ кЭ, а также полевая зависимость намагниченности при $T = 5$ К (рис.3).

Для $x = 0,5$ и $3,5$ на температурных зависимостях ZFC- восприимчивости при $H = 50$ Э (рис.1) наблюдались максимумы в районе температур $T \approx 30$ К, обусловленные переходом исследуемых образцов в антиферромагнитное или в микромагнитное состояние. Дополнительно магнитные восприимчивости (ZFC) были измерены в магнитном поле $H = 10$ кЭ. При этом низкотемпературные максимумы на зависимостях магнитной восприимчивости от температуры практически не изменялись, что говорит о переходе образцов при охлаждении в антиферромагнитное состояние с температурами магнитного упорядочения $T_N = 29$ К ($x = 0,5$) и $T_N = 33$ К ($x = 3,5$). В этой же области температур существует примесная локальная магнитная фаза типа спинового стекла с $T_f \approx 30$ К (рис.1), пик которой на зависимости $\sigma(T)$ размывался в сильном поле (рис.2).

Таким образом, новые антиферромагнетики $\text{CuCr}_{1,5}\text{Sb}_{0,5}\text{S}_{0,5}\text{Se}_{3,5}$ и $\text{CuCr}_{1,5}\text{Sb}_{0,5}\text{S}_{3,5}\text{Se}_{0,5}$ могут служить матрицами для получения новых магнитных полупроводниковых материалов.

Работа выполнена при содействии РФФИ (проект № 03-03-32654).

