

Утворення складних комплексів, які включають атоми фосфору, в матеріалі не враховувалося.

Побудовані залежності концентрації різних дефектів та вільних носіїв заряду від фізико-технологічних умов одержання монокристалів та післяростового відпалу. Доведено, що легування атомами фосфору дозволяє одержувати телурид кадмію *p*-типу провідності з контрольованою провідністю.

Література

1. Saraie J., Kitagava M. Effect of Component Element during LPE on Electrical Properties of *CdTe* // J. Solid State Chem.-1979.-V.126, № 12.-P. 2225-2231.

2. Косяк В.В., Опанасюк А.С., Опанасюк Н.М., Проценко І.Ю. Квазіхімічний опис дефектів у телуриді кадмію// Вісник СумДУ. Серія "Фізика, математика, механіка".-2004.-№10 (69).-С. 5-15.

ВЕРОЯТНОСТИ ПЕРЕОРИЕНТАЦИИ МАГНИТНЫХ МОМЕНТОВ НАНОЧАСТИЦ

Лютый Т.В., Денисова Л.А.

Термоиндуцированная релаксация намагниченности в системах одноосных наночастиц с большой перпендикулярной анизотропией определяется вероятностями переориентаций их магнитных моментов. Эти вероятности зависят как от внутренних характеристик наночастиц, так и от внешнего поля. В случае, когда оси легкого намагничивания всех наночастиц направлены вдоль внешнего поля, вероятности переориентаций магнитных моментов определяются в рамках подхода, основанного на определении среднего времени достижения случайным процессом заданного уровня [1] с помощью обратного уравнения Фоккера-Планка, предложенного в работе [2]. Главной особенностью релаксации намагниченности в этом случае является быстрый рост равновесной намагниченности, и приближение ее практически к насыщению при достаточно малых по сравнению с полем анизотропии величинах внешнего поля.

Следует ожидать, что вероятность переориентации

магнитного момента, а значит и характер релаксации, будет в значительной степени зависеть от внешнего поля $\mathbf{h}(t) = h_0(\mathbf{e}_x \cos \omega t + \mathbf{e}_y \sin \omega t)$ ($h_0 < H_a$, где H_a – поле анизотропии), прецессирующего с частотой ω в плоскости xoy , перпендикулярной к легкой оси наночастицы. Причиной этому служит несимметричное появление локальных минимумов в зависимости магнитной энергии наночастицы от полярного угла магнитного момента вблизи легкой оси под действием такого внешнего поля. В общем случае положение уровней минимальной энергии можно найти только численно из уравнения Ландау-Лифшица для устоявшегося режима прецессии магнитного момента. Однако при небольшой амплитуде прецессирующего внешнего поля ($h_0 \ll H_a$) путём линеаризации уравнения Ландау-Лифшица углы, соответствующие локальным минимумам магнитной энергии были определены аналитически

$$\theta_\sigma = \frac{h_0 \gamma (\lambda^2 + 1)}{\sqrt{(A\lambda^2 + A - \sigma\omega)^2 + \lambda^2 \omega^2}} \quad (1)$$

где $\sigma = \pm$ соответствует двум равновесным направлениям магнитного момента в отсутствии поля $\mathbf{h}(t)$; γ – гиромагнитное отношение; λ – коэффициент затухания в уравнении Ландау-Лифшица; $A = \gamma(H_a + H_{ex})$, H_{ex} – внешнее поле, направленное вдоль легкой оси.

Отсутствие симметрии в расположении равновесных направлений обуславливает неравенство вероятностей переориентации магнитных моментов из одного направление в другое. В общем случае вычисление этих вероятностей представляет собой сложную математическую задачу, значительно упростить которую позволяет введение отражающих границ на конических поверхностях θ_σ . Используя предложенный в [2] метод, были получены выражения для плотностей вероятности в случае, когда тепловая энергия много меньше энергии анизотропии.

$$w_{\sigma} = \frac{1}{t_r} \sqrt{\frac{4a}{\pi}} \frac{(\cos\theta_{\sigma} + \sigma B)(1 - B^2)}{\exp(a(\cos\theta_{\sigma} + \sigma B)^2)} \quad (2)$$

где $a = H_a m / 2kT$ – величина, характеризующая высоту потенциального барьера; k – постоянная Больцмана, T – термодинамическая температура. $B = H_{ex} / H_a$; $t_r = 2 / \lambda \gamma H_a$.

В отсутствии прецессирующего внешнего поля $\mathbf{h}(t)$ (2) переходит в известное выражение [2]. Анализ (2) показывает, что $w_+ < w_-$ даже при отсутствии поля H_{ex} , а в случае, когда величина потенциального барьера значительно превышает тепловую энергию ($a \rightarrow \infty$) – $w_+ \ll w_-$. Это указывает на существование выделенного направления магнитного момента и, следовательно, ненулевой средней намагниченности наночастицы.

Полученные результаты позволяют проанализировать влияние прецессирующего внешнего поля на ход магнитной релаксации, изучить характер совместного действия такого внешнего поля и поля, направленного вдоль легкой оси. Предложенный подход можно обобщить на случай наличия взаимодействия в ансамбле наночастиц и, следовательно, установить особенности релаксации как в приближении среднего поля [3], так и путем численного моделирования, позволяющего учесть динамические корреляции магнитных моментов [2].

Литература

1. Гардинер К.В. Стохастические методы в естественных науках. – М.: Мир. 1986.
2. Denisov S.I., Lyutyu T.V., Trohidou K.N. // Phys. Rev. B. – 2003. – Vol. 67, 014411.
3. Денисов С.И., Лютый Т.В., Нефедченко В.Ф. // Металлофиз. новейшие технол. – 2002. – Т.24, №1. – С.17-24.