

Динамика доменной стенки в двухслойной магнитоодносной пленке с разным знаком гиромагнитного отношения в слоях

Мастин Аркадий Анатольевич

аспирант

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: mastinaa@mail.ru

Целью настоящей работы являлось исследование динамического поведения векторов намагниченности в магнитоодносной пленке с разными знаками эффективного значения гиромагнитного отношения γ в слоях. Расчет проводился для пленки с одинаковыми значениями толщины слоев $h = 1.0 \mu\text{m}$, намагниченности насыщения $4\pi M = 150 \text{ Gs}$, приведенным параметром затухания Ландау-Лифшица $\Lambda = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Oe}^2 \text{ s/rad}$, фактора качества материала $Q = 10$ и параметра ширины доменной стенки (ДС) $\Delta = 6.4 \cdot 10^{-6} \text{ cm}$ в слоях. Один из слоев в пленках эффективным значением $\gamma_0 = 1.76 \times 10^7 \text{ Oe}^{-1} \text{ s}^{-1}$. Для второго слоя использовали $\gamma = -0.1 \gamma_0$.

Фундаментальной особенностью жидкофазной эпитаксии, с помощью которой выращивают монокристаллические пленки феррит-гранатов (МПФГ), является то, что начальная стадия эпитаксиального роста является нестационарным процессом. Как следствие, на границе пленка-подложка образуется переходной поверхностный слой, отличающихся по химическому составу и магнитным параметрам от основного объема пленки. Другими словами, все реальные МПФГ являются, как минимум, двухслойными.

В МПФГ вблизи точек компенсации магнитного момента и момента импульса может реализоваться ситуация, когда значения γ в слоях имеют разный знак. Более того, такие МПФГ могут быть выращены специально.

Система уравнений, описывающая движение ДС в случае двухслойной пленки, имеет вид:

$$\frac{2M}{\gamma}(\dot{q} - \alpha \Delta \dot{\psi}) = 4\pi \Delta M^2 \sin 2\psi - 4\Delta A \nabla^2 \psi,$$
$$\frac{2M}{\gamma} \left(\dot{\psi} + \frac{\alpha}{\Delta} \dot{q} \right) = 2MH + \sigma \nabla^2 q,$$

где $q = q(z, t)$ – профиль ДС, $\psi = \psi(z, t)$ – угол выхода вектора намагниченности из плоскости ДС, Δ – параметр ширины ДС, H – внешнее магнитное поле, σ – плотность энергии ДС. Граничными условиями являются непрерывность q, ψ и их производных на границе слоев и равенство нулю производных на поверхности.

Решение данной системы было получено методом прогонки, который удалось развить на систему уравнений с разрывными коэффициентами. Также удалось получить аналитические выражения для зависимости скорости ДС для двухслойной пленки при малых и больших значений внешнего магнитного поля.

Таким образом, в настоящей работе путем численного моделирования движения ДС в двухслойной магнитоодносной пленке под действием постоянного магнитного поля показано, что:

- движущаяся ДС является искривленной по толщине пленки;
- в малых полях в обоих слоях устанавливается стационарное движение ДС;
- в средних полях движение ДС является нестационарным, причем на временных зависимостях смещения ДС и угла выхода векторов намагниченности из плоскости ДС повторяются участки одинаковой формы.

Автор искренне благодарит В.В. Рандошкина за идею настоящей работы.