

Спиновый диод с двойным антиферромагнитным закреплением

Худорожков А. А.¹, Звездин К. А.^{1,2}, Скирдков П. Н.^{1,2}

¹ Московский физико-технический институт (ГУ), 141700, Долгопрудный, Россия

² Институт общей физики им. А. М. Прохорова РАН, 119991, Москва, Россия

Открытие эффекта переноса спина [1,2] в магнитных наноструктурах дало начало новому скачку развития спинтроники. Этот эффект оказался ключевым для решения многих прикладных задач, одной из которых является создание спинового диода. Его работа основана на спиновом диодном эффекте [3], который заключается в следующем: переменный ток, пропускаемый через спин-вентильную структуру, за счёт эффекта переноса спина вызывает прецессию намагниченности, что приводит к осцилляции сопротивления. В результате на выходе образуется постоянная компонента напряжения, т.е. происходит выпрямление входного сигнала. Было показано, что в режиме, когда намагниченность прецессирует с большой амплитудой вне плоскости структуры, выходное напряжение увеличивается с увеличением частоты входного сигнала, но фактически не зависит от его мощности (при этом возбуждение возможно только при входном сигнале выше некоторого порогового значения) [4]. Это делает спиновый диод перспективным для создания устройств по сбору энергии микроволнового излучения. При этом спиновый диод имеет явное преимущество перед повсеместно используемым сейчас диодом Шоттки, т.к. он имеет более высокую чувствительность (вплоть до 75400 мВ/мВт в некоторых режимах работы [5]), а также меньше по размерам.

В данной работе было проведено микромагнитное моделирование динамики намагниченности спинового диода с двойным антиферромагнитным закреплением. Исследуемая структура представляет собой наностолбик с диаметром 120 нм, состоящий из двух магнитных слоёв, разделённых туннельной прослойкой. Намагниченности ферромагнитных слоёв пиннингуются дополнительными слоями антиферромагнетика. Была исследована чувствительность диода в зависимости от частоты внешнего сигнала и режима работы. Отдельно было проанализировано влияние постоянного тока подкачки на чувствительность.

Литература

- [1] *Slonczewski J.C.* Current driven excitation of magnetic multilayers // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 1996, 159.1: L1-L7.
- [2] *Tsoi M. et al.* Excitation of a magnetic multilayer by an electric current // *Physical Review Letters*, 1998, 80.19: 4281
- [3] *Tulapurkar A.A. et al.* Spin-torque diode effect in magnetic tunnel junctions // *Nature*, 2005, 438.7066: 339-342
- [4] *Prokopenko O.V. et al.* Spin-torque microwave detector with out-of-plane precessing magnetic moment // *Journal of Applied Physics*, 2012, 111.12: 123904
- [5] *Fang B. et al.* Giant spin-torque diode sensitivity in the absence of bias magnetic field // *Nature Communications*, 2016, 7