

«Сейфуллин окулары – 16: Жаңа формациядағы жастар ғылыми – Қазақстанның болашағы» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Международной научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 16: Молодежная наука новой формации – будущее Казахстана». - 2020. - Т.1, Ч.3 - С.129-130

ИСТОЧНИК МИКРОВОЛНОВЫХ КОЛЕБАНИЙ НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОПЕРЕХОДОВ ФЕРРОМАГНЕТИК – СВЕРХПРОВОДНИК

Соболева Л.А.

Ферромагнетизм и сверхпроводимость являются в некотором роде антагонистами и, на первый взгляд, не должны сосуществовать в одном кристалле. Действительно, сверхпроводимость — это такое состояние материала, при котором электрический ток течет в нем без сопротивления. При этом если сверхпроводник поместить в магнитное поле, то это поле будет полностью «вытолкнуто» из него (эффект Мейсснера). Ферромагнетики же - материалы, обладающие намагниченностью, которая создает магнитное поле в объеме. Поэтому кажется разумным полагать, что в одном материале не может быть одновременно сверхпроводимости и ферромагнетизма [1].

Однако недавно сосуществование ферромагнетизма и сверхпроводимости было обнаружено в соединениях на основе европия (Eu). Эти материалы вызвали огромный интерес со стороны исследователей. Ведь, с одной стороны, возможность такого сосуществования важна с фундаментальной точки зрения, а с другой, комбинация ферромагнетизма и сверхпроводимости может быть перспективна для создания приборов сверхпроводящей спинтроники - систем, в которых носителем информации является спин и нет диссипации. Пример такого материала - европий-железо-мышьяк (EuFeAs), допированный фосфором (P). Это соединение примечательно тем, что, парамагнитный эффект разрушающий сверхпроводимость, в нем сильно подавлен и электромагнитное взаимодействие доминирует. Дело в том, что ферромагнетизм в этом соединении обеспечивается локализованными электронами с 4f-оболочек европия, а сверхпроводимость - проводящими электронами с 5d-оболочек железа [2].

Чаще всего исследуются наноразмерные туннельные структуры, состоящие из двух ферромагнитных слоев и тонкой немагнитной прослойки. Намагниченность одного из слоев жестко фиксирована, а другого может меняться под действием внешнего магнитного поля или протекающего спин-поляризованного тока. При протекании через систему электрического тока за счет эффекта переноса спина в магнитомягком ферромагнитном слое наблюдается прецессия намагниченности в СВЧ-диапазоне [3]. В силу миниатюрных размеров, малого энергопотребления и широкой перестройки по частоте такие осцилляторы, управляемые током, могут найти широкое применение в телекоммуникационных устройствах. У данных

наноосцилляторов есть один существенный недостаток, связанный с низкой выходной мощностью генерируемых колебаний [4]. Были предприняты различные попытки для повышения мощности. Одним из таких способов является использование сверхпроводящих материалов в качестве промежуточных слоев, разделяющих ферромагнитные слои. Исследовались структуры типа ферромагнетик – сверхпроводник - ферромагнетик. Было рассчитано влияние сверхпроводящего слоя на величину спин-трансферного эффекта и магнетосопротивления. Проведенные вычисления показывают, что использование сверхпроводящих слоев повышает магнетосопротивление образца, что приводит к увеличению выходной мощности генерируемых колебаний, с одной стороны, и уменьшению ширины спектральной линии, с другой. Сделанный анализ дает возможность определить диапазон изменения рабочих параметров, позволяющих добиться устойчивой генерации в широких пределах перестройки по току.

Список литературы

1. Взаимная подстройка сверхпроводимости и магнетизма в наноструктурах ферромагнитный диэлектрик-сверхпроводник / Е.Л.Парфенова, М.Г.Хусаинов, В.Л. Матухин, Ю.Н. Прошин. - Казань: Изд-во КГЭУ, 2011. - 95 с.
2. Braun J (Braun, J.); Ebert H (Ebert, H.) ,Relativistic theory of two-photon photoemission from ferromagnetic materials, PHYSICAL REVIEW B, Том: 98, Выпуск: 24, Номер статьи: 245142, DOI: 10.1103/PhysRevB.98.245142, Опубликовано:DEC 26 2018.
3. Linder J., Yokoyama T., Subdo A. Spin-transfer torque and magnetoresistance in superconducting spin valves // Phys. Rev. 2009. В 79. P. 224504. 2. Linder J., Robinson J. Superconducting spintronics // Nat. Phys. 2015.-315 с.
4. Кушнир В.Н. Сверхпроводимость слоистых структур, Монография. — Минск: БИТУ, 2010. -234 с.