Российские физики исследовали влияние взаимодействия между магнитными наночастицами на магнитный гистерезис

Команда исследователей из Сибирского федерального университета, Института физики имени Л. В. Киренского СО РАН и Сибирского университета науки и технологий изучила магнитный гистерезис в наногранулированных композитах.

Результаты проведённого микромагнитного моделирования, которые можно применить в электротехнике и при создании новых функциональных элементов для информационных технологий, опубликованы в Journal of Magnetism and Magnetic Materials. Исследования поддержаны Российским фондом фундаментальных исследований и Красноярским краевым фондом поддержки научной и научно-технической деятельности.

Магнитные материалы на основе наночастиц (магнитные коллоиды, наногранулированные материалы) используются в биомедицине, экологии, катализе и наноэлектронике. Сферу применения материала определяет петля магнитного гистерезиса, которая отражает особое свойство некоторых физических систем. Такие системы не сразу реагируют на приложенные силы, на их ответ влияют силы, приложенные ранее, т. е. эти системы зависят от собственной истории. Гистерезис индивидуальной магнитной наночастицы к настоящему моменту хорошо изучен. Для больших массивов частиц принимаются во внимание эффекты межчастичных взаимодействий. Одно из основных — магнитное диполь-дипольное взаимодействие. С увеличением расстояния между частицами оно убывает достаточно медленно, поэтому магнитный гистерезис будет зависеть от объёмной доли частиц.

Детальный микромагнитный расчёт этой зависимости выполнили для наночастиц, хаотически распределённых на плоскости, при этом средняя плотность частиц различалась. Также была учтена случайная ориентация осей лёгкого намагничивания частиц (это направление в ферро- или ферримагнетике, вдоль которого намагничивание образца до предельных значений происходит легче всего). Это соответствует условиям стандартных магнитометрических исследований порошков и некоторых приложений (частицы, распределённые в немагнитных матрицах). Оказалось, что диполь-дипольное взаимодействие изменяет зависимость коэрцитивной силы (напряжённость магнитного поля, необходимая для полного размагничивания образца) от объёмной концентрации частиц — от нелинейной монотонной до зависимости с максимумом. Это изменение определяется соотношением энергии магнитной анизотропии индивидуальной частицы (зависимости её магнитных свойств от выбранного направления в образце) и удельной дипольной энергии.

> *«Рассмотренная модель хорошо описывает наногранулированные плёнки, имеющие перспективы применения в магнитных датчиках, магнитных экранах и элементах магнитооптической памяти. Важно, что магнитные свойства плёнок зависят от соотношения магнитной и немагнитной фазы. Проведённые расчёты позволяют подобрать концентрацию частиц, оптимальную для достижения необходимого уровня магнитного гистерезиса»*, — рассказывает **Оксана Ли**, доцент кафедры физики Сибирского федерального университета.

Гранулированные плёнки с нанометровыми магнитными гранулами относятся к функциональным материалам. Их используют в радиоэлектронике, в высокочастотных устройствах микроэлектроники, вычислительной технике, при создании беспроводных сетей, где они увеличивают скорость передачи данных. Свойства гранулированных сред зависят от доли магнитных гранул: они обладают большой намагниченностью насыщения, высоким электрическим сопротивлением и исключительно

широким диапазоном магнитной проницаемости.

Пресс-служба СФУ, 16 января 2019 г.

© Сибирский федеральный университет. Редакция сайта: +7 (391) 246-98-60, info@sfu-kras.ru.

Адрес страницы: https://news.sfu-kras.ru/node/21238