

МИКРОМАГНИТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАМАГНИЧЕННОСТИ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ЧАСТИЦ, ЗАКЛЮЧЕННЫХ В УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ

А.В. Кухарев

Наноконпозиты на основе ферромагнетиков и углеродных нанотрубок (УНТ) привлекательны с практической точки зрения за счет своих уникальных физических свойств. В частности, интерес для исследования представляют структуры, состоящие из многослойных УНТ с осажденными в их внутреннюю полость ферромагнитными частицами [1]. Ввиду высокого предела прочности нанотрубок, измеряемого десятками гигапаскалей [2], после термического воздействия (нагрева/охлаждения) в такой структуре могут возникать магнитоупругие напряжения, достаточные для изменения магнитного состояния ферромагнитных частиц.

В работе посредством микромагнитного моделирования в пакете Nmag изучалось распределение намагниченности в цилиндрических частицах кобальта с гексагональной (*hcp*) и кубической (*fcc*) кристаллической решеткой, на которые действует сжимающее напряжение со стороны внешней среды (т.е. нанотрубки). Длина цилиндра 50–200 нм, диаметр – 10–20 нм. Для обеих решеток в отсутствие внешних воздействий магнитное состояние частиц определяется анизотропией формой, и является однодоменным, причем вектор намагниченности направлен параллельно оси цилиндра.

Показано, что радиальное сжатие цилиндра *hcp*-кобальта напряжением выше 5 ГПа приводит к переходу магнитного состояния цилиндра в неоднородное, причем вид распределения намагниченности определяется величиной напряжений и направлением гексагональной оси кобальта.

Литература

1. Impact of CNT medium on the interaction between ferromagnetic nanoparticles / A.L. Danilyuk [et al.] // EPL. 2017. Vol. 117. P. 27007.
2. Ruoff R.S., Qian D., Liu W.K. Mechanical properties of carbon nanotubes: theoretical predictions // C. R. Physique. 2003. Vol. 4. P. 993–1008.

ТЕРМИЧЕСКОЕ ИНИЦИИРОВАНИЕ РЕАКЦИЙ БЫСТРОГО ОКИСЛЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО КРЕМНИЯ

С.К. Лазарук, А.В. Долбик, А.С. Сычевич, В.А. Лабунов

В настоящее время большинство информации хранится в цифровом виде на электронных накопителях. На основе энергетических свойств пористого наноструктурированного кремния могут быть разработаны разнообразные микроэлектромеханические системы (МЭМС) для средств самоуничтожения микросхем при несанкционированном доступе.

В работе исследовались энергетические свойства нанопористого кремния с межпоровым пространством, заполненным окислителем. При изготовлении пористого кремния особое внимание уделили пористым структурам, получаемым на основе кремниевых пластин р-типа с удельным сопротивлением кремния 10 Ом·см. Так как на данных пластинах образуется нанопористый кремний с диаметром пор от 2 до 50 нм. Анодирование проводили при плотности тока 25–75 мА/см² в 33 % растворе плавиковой кислоты (HF) и этанола. Для каждой плотности анодного тока было изготовлено по 3 образца с различным временем анодирования. В качестве окислителя применяли 20 % раствор перхлората натрия. Выбранный окислитель имеет большой энергетический выход реакции окисления и способность оставаться в порах после испарения раствора. Инициирование процессов горения и взрыва слоев пористого кремния, для определения условий разрушения кремниевой подложки, осуществляли путем помещения образцов на нагретую до 500 °С поверхность.

Атомы водорода, покрывающие пористый кремний, являются буферным слоем между атомом Si и молекулярным кислородом, который предотвращает взаимодействие кислорода с кремнием. При инициировании реакции окисления поверхностные Si-H связи разрываются, создавая оборванные связи Si, а водород удаляется с поверхности. В результате происходит