

Магнитная запись... (*физика*)

(решение задач блока ФИЗИКА, как и других блоков, позволит отобрать ТРЕХ человек на очный тур, набравших при решении задач ЭТОГО блока наибольшее количество баллов. Дополнительно по результатам очного тура эти претенденты будут бороться за специальную номинацию «Физика наносистем». На очный тур будет отобрано также еще 5 человек, набравших наибольшее абсолютное количество баллов, поэтому после решения задач по своей специальности есть полный смысл решать задачи из других блоков.)

Современные тенденции развития информационных технологий требуют создания устройств хранения данных со сверхвысокой плотностью записи. Так, в обычных для нас устройствах HDD под один бит информации отводится весьма небольшая площадь: ширина магнитной дорожки составляет около 0,4 мкм, а длина участка дорожки, отводимого под 1 бит информации, не превышает 50 нм. В последнее время активно разрабатывается метод температурно-контролируемой записи, основанный на локальном (<10 нм) разогреве магнитной среды с помощью фокусированного лазерного пучка до температуры, близкой к температуре Кюри магнитной фазы, что позволяет локально перемагнитить одиночную частицу, не воздействуя на окружающие участки. Однако создание самой среды записи предполагает необходимость формирования планарной пространственно - упорядоченной системы изолированных магнитных наночастиц (для избежания сильных обменных взаимодействий между частицами в областях контактов) с одинаковой взаимной ориентацией осей легкого намагничивания всех элементов системы. В то же время, известно, что уменьшение размеров наночастиц приводит к возрастанию амплитуды температурных колебаний магнитного момента, что приводит в существованию т.н. суперпарамагнитного предела – критического размера частиц, при котором температурные флуктуации магнитного момента вызывают спонтанное перемагнивание. Для преодоления этого ограничения было предложено использовать массивы анизотропных наночастиц магнитных материалов, что позволяет увеличить стабильность магнитных моментов за счет изменения энергии размагничивания, не увеличивая объем частицы. Такие подходы уже реализуются в настоящее время, что позволяет достигать плотности хранения информации на прототипах магнитных сред до 8 Гб/дюйм², хотя технологические решения пока еще не предложены.

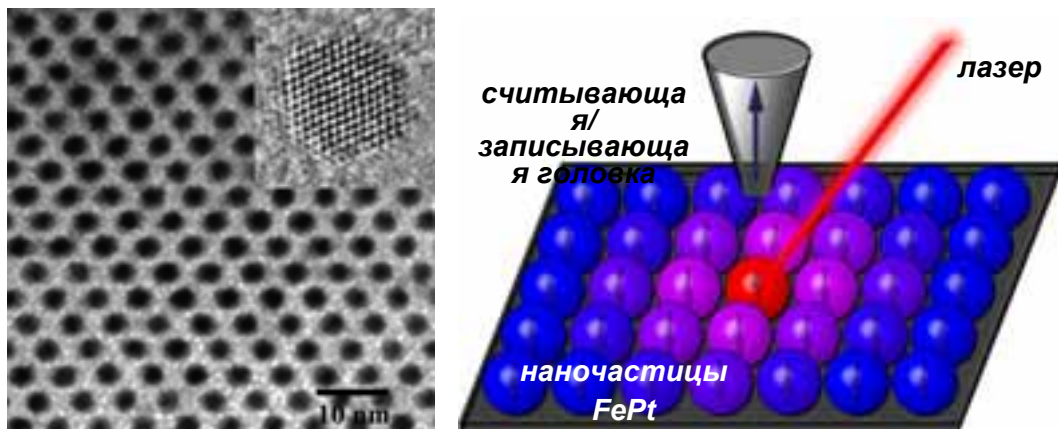
Попытайтесь разработать жесткий диск нового поколения сами:

1. Предложите экономически оправданные методы формирования пространственно-упорядоченных массивов магнитных наночастиц с характерными размерами 5-10 нм, удовлетворяющих всем указанным требованиям (5 баллов).

2. Рассчитайте критические размеры сферических наночастиц Fe, Co, FePt, при которых температура блокировки (температура при которой частица переходит в суперпарамагнитное состояние) частицы будет составлять менее 300К. Константы

магнитнокристаллической анизотропии указанных материалов считайте в первом приближении равными константам объемных материалов. (3 балла)

3. Оцените значения температур блокировки и коэрцитивной силы анизотропных наночастиц Fe, Co, FePt диаметром 4 нм и длиной 4, 20, 50 и 100 нм (для расчета размагничивающего фактора используйте приближение вытянутого сфероида) (3 балла). Оцените величины магнитно-дипольных взаимодействий между частицами в плотноупакованном массиве, если расстояние между ними равно диаметру частиц (3 балла).



ПЭМ-изображение упорядоченной структуры из 3 нм частиц Fe-Pt (а) и схема записи информации на такой структуре с использованием лазерного