

**Шилинг Галина Сергеевна**

канд. физ.-мат. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина»

г. Бийск, Алтайский край

## **ВОЗМОЖНОСТЬ МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ НА ДОМЕННЫХ ГРАНИЦАХ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ**

***Аннотация:** в статье идет речь о записи информации на магнитных носителях, которая имеет огромное прикладное значение. В первую очередь такая запись используется в вычислительной технике. В данной работе обсуждаются вопросы, связанные с возможностью магнитной записи на доменные границы в тонкой монокристаллической пластинке. Обсуждаемый метод отличается от классических методов, когда в качестве информационного бита используют сам домен, а не его границу. Такой метод может существенно повысить плотность записи. Именно эта задача является первоочередной в сфере магнитной записи: повысить плотность информационной записи, уменьшить размеры носителя информации.*

***Ключевые слова:** магнитная запись, домен, поверхностная анизотропия, плотность магнитной записи, доменная граница.*

### *Введение*

Запись информации на магнитных носителях имеет огромное прикладное значение. В любом случае, возникает ряд вопросов, требующих разрешения. В данной работе рассматривается проблема увеличения плотности магнитной записи. Ее обычно определяют как число информационных битов, приходящихся на квадратный дюйм ( $\text{bit}/\text{inch}^2$ ). Ранее использовалась планарная и перпендикулярная записи, которые используют домены, ориентированные нормально к плоскости дорожки записи. В традиционных методах магнитной записи с поликристаллическими дорожками, магнитная запись осуществляется путем формирования информационных битов путем намагничивания кристаллитов

в разных направлениях. По мнению автора работы [1] предельная плотность записи традиционными методами может достигать  $1 \text{ Tbit/inch}^2$ . В работе [2] прогнозируется возможность записи на поликристаллической структуре с плотностью до  $10 \text{ Tbit/inch}^2$ . Плотность магнитной записи на поликристаллической структуре ограничивается эффектом суперпарамагнетизма.

В магнитных средах можно использовать другие способы записи, используя, например, запись на доменных границах или на элементах доменных границ. В настоящей работе оцениваются такие возможности методом микромагнитного моделирования, без каких-либо предварительных предположений о равновесном распределении намагниченности  $\mathbf{M}$  в дорожке записи.

### *Описание метода*

Идея альтернативного метода записи состоит в магнитной записи на монокристаллической дорожке, при которой собственным (магнитостатическим) полем дорожки формируется полосовая доменная структура, а информационными битами являются блоховские границы доменов.

Отрезок дорожки магнитной записи моделируем пластинкой одноосного магнетика с размерами по координатным осям  $x$ ,  $y$  и  $z$ , равными 80, 20 и 10 нм соответственно. Ориентация координатных осей показана на рис. 1, а начало координат расположено в центре левой грани пластинки. Поле намагниченности  $\mathbf{M} = \mathbf{M}(x, y, z)$  предполагается трехмерным. Поле насчитывается с использованием уравнения Ландау-Лифшица, которое можно записать в следующем безразмерном виде:

$$\frac{\partial \mathbf{m}}{\partial \tau} = -\mathbf{m} \times \mathbf{h}_{eff} - \lambda \mathbf{m} \times (\mathbf{m} \times \mathbf{h}_{eff}), \quad (1)$$

где  $\mathbf{m}$  – вектор намагниченности,

$$\mathbf{h}_{eff} = \frac{\mathbf{H}_{eff}}{M_s} = -\nabla U + \frac{\mathbf{H}_{ext}}{M_s} + \frac{2A}{M_s^2 L^2} \Delta \mathbf{m} + \frac{2}{M_s^2} \mathbf{w}(\mathbf{m} \cdot \mathbf{w})(K_1 + 2K_2(1 - (\mathbf{m} \cdot \mathbf{w})^2)) - \text{выраже-}$$

ние, учитывающее напряженность внешнего поля  $\mathbf{H}_{ext}$ .

$A$  – константа обмена;  $L$  – характерный линейный размер (одна из сторон пластинки);  $K_1, K_2$  – константы внутриобъемной анизотропии;  $\mathbf{w}$  – единичный

вектор направления оси легкого намагничивания;  $U$  – потенциал магнитостатического поля.

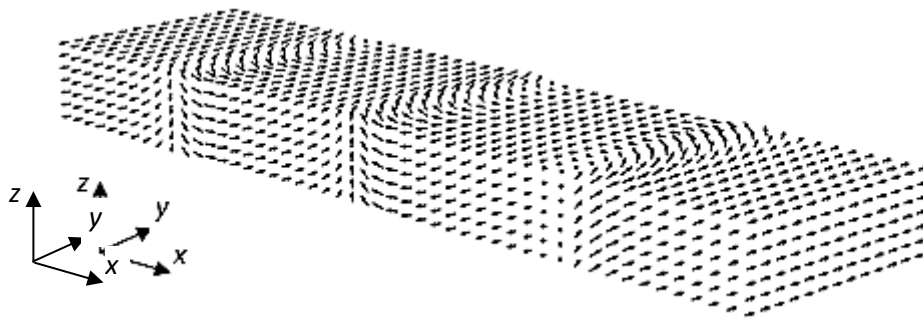


Рис. 1 Общий вид полосовой доменной структуры в пластинке  $80 \times 20 \times 10$  нм

Уравнение можно решить методом явной конечно-разностной схемы. Для вычисления потенциала использовался метод, описанный в работе [3] для случая конечной расчетной области.

Расчеты проводились для пластинки с магнитными параметрами сплава  $Nd_2Fe_{14}B$ , и параметром  $\lambda = 0.2$ . Ось легкого намагничивания ориентирована по координатной оси  $OY$ .

#### *Полученные результаты и обсуждение*

Из начального размагниченного состояния со случайной ориентацией векторов  $m$  получается полосовая доменная структура, показанная на рис. 1.

Если в пластинке (рис. 1) на отрезке между  $x = 37.5$  нм и  $x = 52.5$  нм длиной 25 нм, содержащем центральную границу, включить внешнее поле напряженностью  $2.4 \times 10^5$  А/м, направленное нормально к плоскости пластинки и противоположно намагниченности границы, то граница перемагнитится по полю. При этом остальная часть доменной структуры остается стабильной. Таким образом, компонента  $H^z$  намагниченности доменной границы может выполнять функцию информационного бита. Поле, необходимое для перемагничивания границы, уменьшается с уменьшением констант анизотропии  $K_1$  и  $K_2$ , которые уменьшаются с ростом температуры. Таким образом, поле перемагничивания границы

можно уменьшить локальным нагревом участка пластинки, содержащего перемagnичиваемую границу.

В заключение следует отметить принципиальное отличие предлагаемого метода магнитной записи на доменных границах от внешне близкого метода записи на доменах, при которой каждый бит информации располагается в одном домене-кристаллите. При записи на доменах, в случае расположения нескольких одинаковых битов подряд, соседние домены-кристаллиты намагничиваются в одном направлении. Такое состояние системы можно рассматривать как набор магнитов, одноименные полюса которых ориентированы в одну сторону, и оно энергетически невыгодно. В результате домены будут стремиться перемagnититься так, чтобы с каждой стороны дорожки полюса магнитов чередовались. При записи на доменных границах намагниченность доменов (ориентация магнитов) чередуется при любом расположении информационных битов.

### *Список литературы*

1. Wood R. Future hard disk drive systems / R. Wood // J. Magn. Magn.Mater. – 2009. – Vol. 321. – P. 555–561.
2. Kikitsu A. Prospects for bit patterned media for high-density magnetic recording / R. Wood // J. Magn. Magn.Mater. – 2009. – Vol. 321. – P. 526–530.
3. Толстобров Ю.В. Потенциал магнитостатического поля бесконечно длинного стержня / Ю.В. Толстобров, М.В. Плетнёва, Н.А. Манаков, Е.К. Борзенко // Фундаментальные науки и образование: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Бийск, 1–4 февраля 2006 г.) / Бийский пед. гос. ун-т им. В.М. Шукшина. – Бийск: БПГУ им. В.М. Шукшина, 2006. – С. 102–105.