

ПОСТРОЕНИЕ МАГНИТООПТИЧЕСКОГО  
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО МОДУЛЯТОРА СВЕТА  
НА ОСНОВЕ ГРАНАТОВЫХ ПЛЕНОК  
С КВАЗИКОМПЕНСАЦИОННОЙ ДОМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ

А.А. Айрапетов, А.Я. Червоненкис

При построении магнитооптических пространственно-временных модуляторов света (МО ПВМС) одной из важнейших проблем является снижение дисперсии порога переключения информационных ячеек. Такая дисперсия, свойственная всем разработанным к настоящему времени вариантам МО ПВМС, служит источником ошибочных включений ячеек при вводе в МО ПВМС информации по методу совпадения полUTOКОВ, что лимитирует использование этих устройств в оптических вычислительных средствах [1].

В настоящей работе предпринята попытка существенного снижения дисперсии порога путем построения МО ПВМС в структурах, где границы информационных ячеек совпадают с так называемыми компенсационными границами. Подобные структуры реализованы методом локального диффузионного отжига.

Результатом локального диффузионного отжига при изготовлении традиционных ячеистых носителей информации МО ПВМС является матричная структура с периодическими скачками намагниченности, причем внутри информационных ячеек намагниченность насыщения  $M_s$  в 2–3 раза ниже намагниченности на периферии (в результате такого скачка внутри ячейки реализуется монодоменное состояние, в то время как на периферии сохраняются исходная лабиринтная доменная структура). Наличие лабиринтной доменной структуры в окрестности монодоменной ячейки делает непредсказуемым механизм ее перемагничивания, что ведет к разбросу порога переключения, достигающего 15–20%.

Если усилить воздействие диффузионного отжига, приводящего к перераспределению ионов  $Fe^{3+}$  и  $Ga^{3+}$  между окта- и тетраэдрической подрешеткой, то возможна ситуация, когда суммарный момент внутри ячеек окажется направленным вдоль направления спинов октаэдрической подрешетки, а на периферии он направлен вдоль направления спинов тетраэдрической подрешетки (рис. 1). Указанные области разделены компенсационной границей (КГ), где реализуется чисто антиферромагнитное упорядочение. Во внешнем поле  $H$  суммарный момент во всех участках структуры выстраивается вдоль  $H$ , в то время как знак эффекта Фарадея, „привязанный” к подрешеткам, внутри и вне ячеек имеет разный знак. В этом случае все ячейки обладают фарадеевским контрастом относительно периферии.

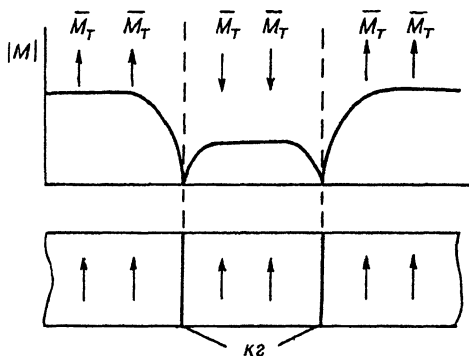


Рис. 1. Распределение намагниченности подрешеток в носителе с квазикомпенсационной доменной структурой.

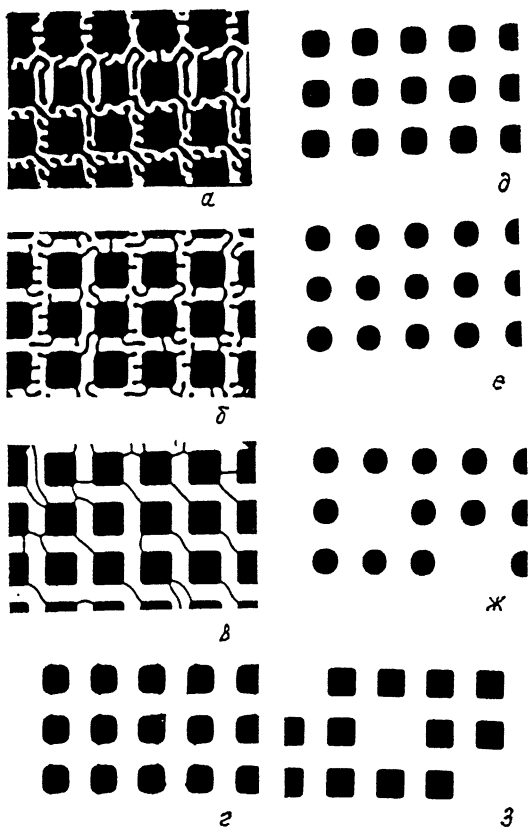


Рис. 2. Стадии перемагничивания ячеек МО ПВМС на базе гранатовых пленок с квазикомпенсационной границей (фото).

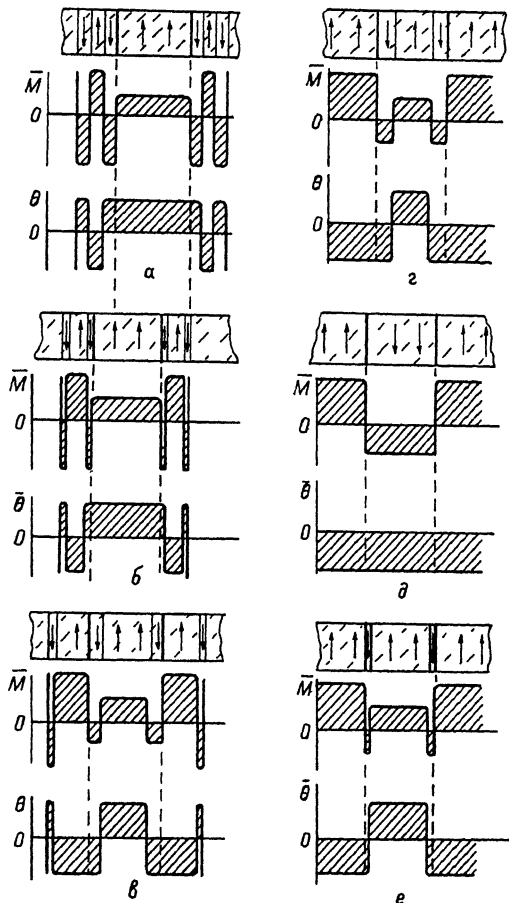


Рис. 3. Схематическое изображение аналогичных стадий изменения направления магнитного момента  $M$  и фарадеевского контраста.

В настоящей работе рассмотрена возможность реализации и сравнительные достоинства носителя информации МО ПВМС на базе ячеистой структуры, где границы ячеек совпадают с КГ.

В работе исследованы условия переключения ячеек МО ПВМС, ограниченных компенсационными границами при условии  $|M_2| < |M_1|$ , где  $M_1$  и  $M_2$  — намагниченность насыщения до и после обработки. Установлено, что последовательность операций при вводе информации в МО ПВМС такого типа существенно отличается от этой последовательности при записи в традиционные МО ПВМС с однородной по знаку намагниченностью. На рис. 2 и 3 приведены последовательности состояний ячеек при вводе информации (фото и схема соответственно).

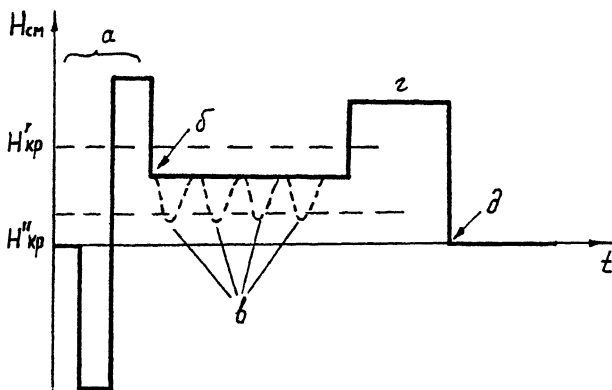


Рис. 4. Временная последовательность записи в МО ПВМС с квазикомпенсационной доменной структурой.

В исходном состоянии (в отсутствие поля  $H_{\text{см}}$ ) структура распределения магнитных моментов показана на рис. 2, а; 3, а: монодоменные ячейки в своем непосредственном окружении „опоясаны” кольцевым доменом противоположной полярности, неотличимым по контрасту от ячейки.

С ростом поля смещения так же, как в традиционном носителе, происходит намагничивание периферии ячеек, причем растет объем энергетически выгодной фазы, совпадающей по знаку с  $H_{\text{см}}$  и магнитной фазой внутри ячеек (рис. 2, б, в; 3, б).

Главная особенность заключается в том, что при  $|M_2| < |M_1|$  замкнутый полосовой домен, окаймляющий ячейку и имеющий полярность, антипараллельную полярности внутри ячейки, с ростом поля смещения при некотором его значении  $H_{\text{см}} = H'_{\text{кр}}$ , преодолевая компенсационную границу, скачком проникает внутрь ячейки и занимает ее периферию по периметру (рис. 2, г, д; 3, в). Если далее снижать  $H_{\text{см}}$ , то обратного перехода полосового домена через компенсационную границу не происходит. Вместо этого исходная магнитная фаза внутри ячейки сокращается в размерах, что приводит к образованию ЦМД (рис. 2, е; 3, г) и заканчивается его коллапсом при  $H_{\text{см}} = H_{\text{кр}} \leq H'_{\text{кр}}$  (рис. 3, д). Из этого следует простая возможность записи информации путем приложения импульсных полей, антипараллельных полю смещения.

Предлагаемая последовательность операций при записи в МО ПВМС с квазикомпенсационной доменной структурой заключается в следующем (рис. 4).

1. Подготовка носителя к записи, обеспечивающая идентичное состояние всех ячеек с замкнутым полосовым доменом по внутреннему периметру каждой из них, осуществляется подачей знако-

переменного поля с амплитудой  $|H_{\text{см}}| > |H'_{\text{кр}}|$  (а на рис. 4).

2. Для обеспечения приемлемых импульсных полей записи поле смещения снижают до значения  $H''_{\text{кр}} < H_{\text{см}} < H'_{\text{кр}}$ , в результате чего в каждой ячейке формируется ЦМД (рис. 2, е, и б на рис. 4).

3. Импульсными полями сверхпороговой величины  $|H_{\text{и}}| > H_{\text{см}} - H''_{\text{кр}}$ , антипараллельными полю  $H_{\text{см}}$ , формируемыми с помощью токовых шин записи, осуществляют коллапс ЦМД в ячейках, где предполагается запись информационного „0“ (рис. 2, ж, и в на рис. 4).

4. Поле  $H_{\text{см}}$  вновь повышают до уровня  $H_{\text{см}} > H'_{\text{кр}}$ , чем обеспечивается разрастание ЦМД в ячейках, где записаны информационные „1“ до размера ячейки (замкнутый полосовой домен при этом стягивается к компенсационной границе, однако не исчезает в полях  $H_{\text{см}}$  вплоть до 5 кЭ), и максимальный оптический контраст ячейки МО ПВМС (рис. 2, з; 3, е, и г на рис. 4).

5. Для стирания информации поле смещения снижают до нуля, в результате чего сохранившиеся ЦМД коллапсируют и вновь достигается идентичное состояние ячеек во всем массиве (д на рис. 4).

Главным достоинством носителя нового типа является то обстоятельство, что к моменту записи (рис. 2, е и б на рис. 4) периферия всех ячеек строго идентична (среда на периферии ячеек насыщена). Вследствие этого исключена возможность влияния ДС в межъячейном пространстве на пороговое поле переключения (это влияние дает существенный вклад в разброс полей переключения в традиционных носителях). Механизм переключения строго детерминирован: коллапс ЦМД. Вследствие этого однородность порога переключения ячеек (в статике) рассматриваемого носителя оказалась на уровне  $\pm 1\%$  против 15–20% в традиционных МО ПВМС. Столь малый разброс  $H_{\text{пор}}$  открывает возможности записи информации при значительных уровнях  $H_{\text{см}}$  ( $H_{\text{см}} \gg H''_{\text{кр}}$ ), за счет чего удается по крайней мере на порядок снизить длительность и амплитуду управляющих токовых импульсов.

С другой стороны, очевидным недостатком носителя нового типа являются относительно низкие скорости насыщения и подвижность ДГ в средах, находящихся вблизи состояния магнитной компенсации. Это должно вести к большим длительностям реального процесса переключения ячеек. Нивелировать этот недостаток можно, по-видимому, используя материалы с выраженной ромбической анизотропией, повышенным гиромангнитным отношением, либо дополнительное поле в плоскости  $H_{\parallel}$ .

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Р а н д о ш к и н В.В., Ч е р в о н е н к и с А.Я. Прикладная магнитооптика. М.: Энергоатомиздат, 1990.

Поступило в Редакцию  
6 февраля 1992 г.  
В окончательной редакции  
11 мая 1992 г.