

05.2; 12

© 1990

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА СЧИТЫВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ
В НАКОПИТЕЛЯХ ПАМЯТИ НА
ВЕРТИКАЛЬНЫХ БЛОХОВСКИХ ЛИНИЯХ

С.Е. Ю р ч е н к о, Г.Ю. Ж а р к о в

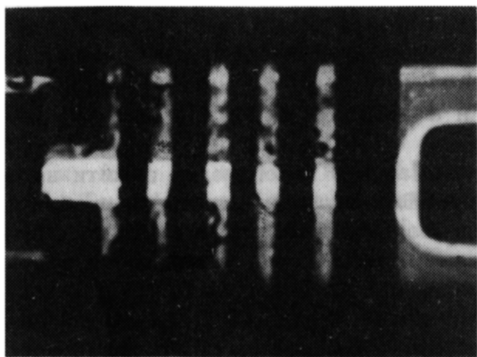
Считывание информации в накопителях памяти на вертикальных блоховских линиях (ВБЛ) является ключевой проблемой при создании ВБЛ памяти сверхвысокой информационной плотности. Известный способ считывания основан на возможности перевода ВБЛ, находящейся в верхушке полосового домена (ПД) в изолированный цилиндрический магнитный домен (ЦМД), который затем считывается стандартным образом. Данный способ основан на существовании различия по амплитуде тока отрезания ЦМД от верхушки ПД, содержащей и не содержащей ВБЛ [1].

Однако указанный способ имеет ряд недостатков. Во-первых, он весьма чувствителен к топологии элементов отрезания ЦМД, к взаимному распределению намагниченности в доменных границах ПД, к ориентации направления тока в проводниках, к форме и амплитуде импульса тока разрезания, и может сопровождаться ошибочной репликацией ВБЛ в верхушке ПД [2-4]. Во-вторых, при отрезании ЦМД от верхушки ПД возникает опасность образования блоховских петель и их прорыва на поверхность пленки, что приводит к образованию паразитных ВБЛ и, следовательно, сбою хранимой информации. В-третьих, разница по току отрезания для верхушек ПД, содержащих или нет ВБЛ, уменьшается при увеличении температуры, что ограничивает температурный диапазон работоспособности накопителя и снижает его надежность.

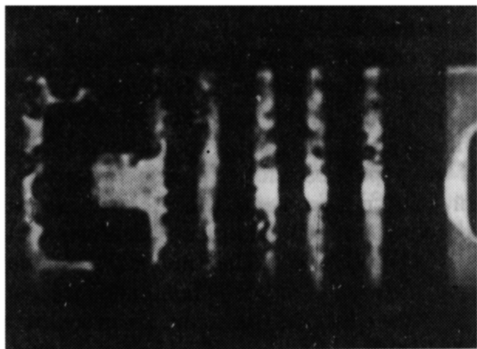
В этой связи представляют интерес разработанные способы считывания, свободные от указанных недостатков [5, 6].

В основу данных способов считывания положено явление отклонения под действием гироскопических сил верхушки ПД, не содержащей ВБЛ, при ее движении под действием импульса неоднородного поля смещения. Данное явление аналогично отклонению ЦМД с параметром доменной границы $S \neq 0$ и прямолинейному движению ЦМД с параметром $S = 0$ при его движении в неоднородном поле.

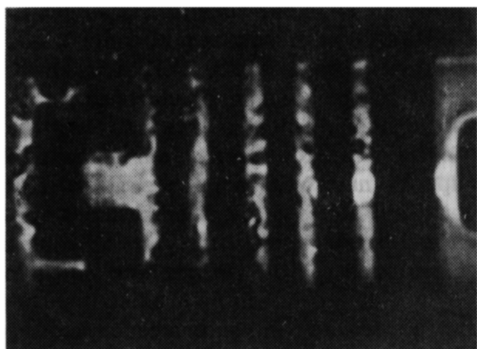
Для исследования особенностей механизма предложенных способов считывания ВБЛ в устройствах ВБЛ памяти в настоящей работе проведено экспериментальное исследование движения верхушки ПД под действием импульсов неоднородного поля смещения. Исследования проводились на специальной тестовой схеме, нанесенной на поверхность V_i -содержащей феррит-гранатовой (ФГ) плен-



b



б



a

Рис. 1.

ки (толщина ~ 5 мкм, $4\lambda M \sim$
 ~ 200 Гс, ширина ПД ~ 5 мкм).

Необходимые импульсы поля смещения создавались как системой параллельных токовых проводников, расположенных вблизи вершук ПД, так и с помощью специальной магнитной микрокаатушки, расположенной вблизи вершук ПД. Стабилизация ПД осуществлялась под полоской Ta , нанесенной на поверхность ФГ пленки. После нанесения на ФГ пленку слоя Ta и формирования методами литографии полосок Ta , проводился термический отжиг. В

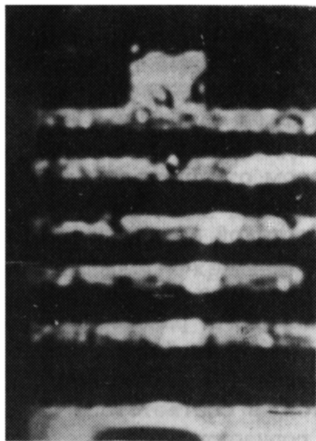


Рис. 2.

результате отжига происходит локальное (под полоской Ta) уменьшение намагниченности насыщения феррит-гранатовой пленки, обеспечивающее устойчивую стабилизацию ПД в широком диапазоне изменения поля смещения [7].

Особенности продвижения вершук ПД исследовались на магнитооптической установке высокоскоростного фотографирования (ВСФ), позволяющей производить регистрацию положения вершук ПД с временем засветки 10 нс. Структура доменной границы вершук ПД определялась по характеру динамического поведения при прямом и обратном движении вершук ПД, по динамическому поведению отрезанного от нее ЦМД и по амплитуде тока отрезания ЦМД.

На рис. 1, а-в показано положение вершук ПД в различные моменты времени в процессе ее движения. Данная вершук ПД движется прямолинейно, причем характер движения сохраняется при наблюдении в стробоскопическом режиме засветки. То есть, периодическое движение данной вершук в процессе вытягивания и в процессе сжатия остается прямолинейным. Кроме того, отрезание ЦМД от вершук данного домена происходит при минимальном значении тока отрезания, характерном для вершук ПД с ВБЛ, и отрезанный ЦМД также демонстрирует прямолинейное движение в градиентном поле смещения. Это позволяет утверждать, что на вершук ПД присутствует одна ВБЛ.

На рис. 2 показана фотография отклоняющейся во время движения вершук ПД. Исследования показали, что угол отклонения вершук ПД зависит от скорости ее продвижения, увеличивается при увеличении амплитуды продвигающего поля и достигает значения $\sim 30^\circ$. При этом амплитуда тока отрезания ЦМД от вершук отклоняющегося ПД на $12 \div 15$ мА превышает амплитуду тока для вершук ПД, движущейся прямолинейно, и практически не зависит от величины угла отклонения ПД. Отрезанный от такой вершук ПД сохраняет устойчивую тенденцию к отклонению в

ту же сторону, что и верхушка ПД, и идентифицируется нами как ЦМД с параметром доменной границы $S = 1$.

При дальнейшем увеличении продвигающего поля и достижении верхушкой скорости $v = 12$ м/с наблюдается появление не предсказуемого поведения верхушки ПД. Она может случайным образом отклониться как вправо, так и влево, а также двигаться прямолинейно. Аналогичное поведение наблюдается и у отрезанного от такой верхушки ЦМД. При достижении критической скорости продвижения для верхушки ПД, первоначально продвигающейся прямолинейно, также наблюдается случайное возникновение угла отклонения и разброс в амплитуде тока отрезания ЦМД. Данное обстоятельство накладывает ограничения на скорость продвижения верхушек ПД (амплитуду управляющих магнитных полей) и объясняется, в соответствии с [8], явлением зарождения и продвижения горизонтальных блоховских линий (ГБЛ). В результате движения ГБЛ и формирования ВБЛ происходит движение ВБЛ по верхушке ПД и изменение суммарной гироскопической силы, действующей на нее. При этом возможен асимметричный прорыв ГБЛ на поверхность пленки, также приводящий к случайному изменению угла отклонения верхушки ПД.

Таким образом, проведенные исследования подтвердили принципиальную возможность использования явления отклонения верхушки ПД для считывания информации без необходимости отрезания ЦМД от верхушки ПД и определили ограничения на режимы работы узла считывания. При выполнении условия не превышения критической скорости продвижения верхушка ПД, содержащая ВБЛ, движется прямолинейно и точно попадает в показанную на рис. 1, 2 токовую петлю, что позволяет в дальнейшем осуществлять над ней операции, предусмотренные в предложенных способах считывания [5, 6]. Выбор того или иного варианта способа считывания в разрабатываемом накопителе ВБЛ памяти будет зависеть от конкретной конфигурации выбранной элементной базы и архитектуры накопителя.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] K o n i s h i S. // IEEE Trans. on Magnet. 1983. V. 19. N 5. P. 1838-1840.
- [2] N a k a d a S., K o h n o M., W a t a n a b e K. // IEEE Trans. on Magnet. 1988. V. 24. N6. P. 3042-3044.
- [3] M i z u n o K., M a t s u t e r a H. et al. // IEEE Trans. on Magnet. 1989. V. 25. N 5. P. 4242-4245.
- [4] К о ч е т к о в а Э.В., Г р и ш а ч е в В.В., И л ь и ч е в а Е.И., Ш и ш к о в А.Г. и др. Тез. Всес. шк.-сем. „Новые магнитные материалы для микроэлектроники“. Ташкент, 1988. 362 с.

- [5] Ю р ч е н к о С.Е., Х о д ж а е в В.Д., И е р у с а л и м о в И.П., М е л ь н и к о в О.Н. Заявка на изобрет. СССР, № 4409490, полож. решен. от 27.10.1988.
- [6] Ю р ч е н к о С.Е., Х о д ж а е в В.Д., И е р у с а л и м о в И.П. Заявка на изобрет. СССР, № 4693752, полож. решен. от 28.11.1989.
- [7] Ю р ч е н к о С.Е., Ч е п у р о в а Е.Е., Х о д ж а е в В.Д., И е р у с а л и м о в И.П. Тез. докл. Всес. н/т семинара „ЦМД/ВБЛ в системах обработки и хранения информации, доменные и магнитооптические устройства”. М., 1989.
- [8] W u J.C., H u m p h r e y F.B. // J. Appl. Phys. 1985. V. 57. N 1. P. 4068-4070.

Институт проблем
управления АН СССР,
Москва

Поступило в Редакцию
21 июля 1990 г.