

## ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА С ЛАЗЕРНОЙ ЗАПИСЬЮ И ТЕРМОГАЛЬВАНИЧЕСКИМ СЧИТЫВАНИЕМ ИНФОРМАЦИИ

А.М. Горовой, А.Н. Малов\*

Иркутский военный авиационный инженерный институт,  
\* Иркутский государственный технический университет

Рассматривается возможность создания носителей информации различных типов, рабочий слой которых может быть выполнен на основе полиморфных железоникелевых сплавов. Способность тонких пленок этих сплавов находиться в различном структурном состоянии позволяет производить запись в аналоговом и цифровом виде посредством лазерного отжига отдельных участков информационной дорожки носителя при считывании информации с помощью термогальванического эффекта.

Существующие в настоящее время принципы записи и считывания информации определяются свойствами материалов, используемых при создании устройств записи. Эти свойства материалов во многом определяют рабочие параметры систем памяти. Каждый из используемых ныне типов носителей обладает своими преимуществами.

Одной из основных задач при разработке и создании устройств записи является создание носителей информации, обладающих высоким уровнем всего комплекса основных эксплуатационных характеристик. Их улучшение в используемых на сегодняшний день носителях происходит в основном за счет совершенствования существующих технологий [1, 2] и поэтому неизбежно приближается к своему рубежу, определяемому, в конечном итоге, самими принципами записи. Поэтому в настоящее время в отечественной и зарубежной практике создания устройств записи большое внимание уделяется развитию и реализации новых идей в разработке носителей информации, принципиально отличающихся от существующих.

В [3] рассмотрены физико-технологические основы создания аналого-цифровых носителей информации принципиально нового типа, информационная дорожка которых выполнена из полиморфного сплава, а работа основана на эффекте Зеебека. Эффект возникновения термоЭДС при локальном нагреве границы раздела областей проводника, различающихся типом кристаллической решетки, объясняется тем, что у полиморфного сплава электронная структура будет зависеть от типа его кристаллической решетки. Впервые экспериментально это было показано в [4], где была реализована термопара, состоящая из сплошного проводника неизменного химического состава, а также показана принципиальная возможность создания термогальванических информационных регистрирующих сред с рабочим слоем, выполненным на основе полиморфного железоникелевого сплава [4].

Информационная дорожка такого носителя, выполненная в виде тонкой пленки полиморфного железоникелевого сплава, содержит в своем составе элементарные информационные ячейки (рис. 1а), тип кристаллической решетки которых будет определяться записанной информацией. В исходном состоянии информационная дорожка имеет объемцентрированную кубическую ОЦК-решетку (кри-

сталлографическая  $\alpha$ -фаза). Лазерный нагрев (отжиг) отдельных участков информационной дорожки приводит к изменению типа кристаллической решетки на гранецентрированную кубическую ГЦК-решетку (кристаллографическая  $\gamma$ -фаза). Если соседние информационные ячейки будут иметь различный тип кристаллической решетки, то при локальном нагреве границы их раздела (рис. 1б) остророфокусированным пучком считывающего лазерного излучения в цепи дорожки возникнет сигнал наведенной термоЭДС.

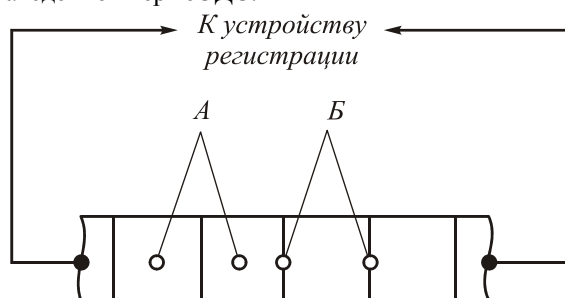


Рис. 1. Схема участка информационной дорожки термогальванического носителя информации:  
А – элементарные информационные ячейки,  
Б – границы их раздела

Наличие таких сигналов или их отсутствие идентифицируется соответственно с логическими «1» или «0» информации. При очевидных достоинствах термогальванических носителей их конструктивное исполнение связано с определенными трудностями. Это обусловлено тем, что активное сопротивление участка дорожки, с которого информационный сигнал будет поступать в устройство регистрации, должно надежно обеспечивать процесс считывания. Поскольку поперечное сечение информационной дорожки современных носителей должно иметь субмикронные размеры, очевидно, что в случае спиральной дорожки, имеющей длину в несколько километров, при размещении ее на диске стандартных размеров электрический ток наводимой термоЭДС будет невозможно зарегистрировать из-за его затухания.

Данная проблема может быть решена несколькими способами. Во-первых, устройство записи может быть изготовлено на основе термостойкой гибкой ленты (рис. 2), с которой поперечно-строчное считывание информации можно осуществлять с помощью остророфокусированного лазерного излучения путем

последовательного сканирующего прогрева информационных дорожек накопителя.

К устройству  
регистрации

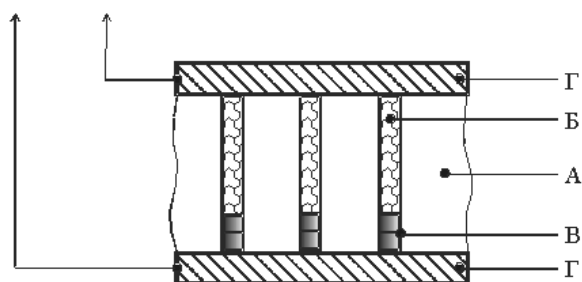


Рис. 2. Фрагмент участка накопителя, выполненного на основе гибкой ленты: А – основа накопителя, Б – информационная дорожка, В – полупроводниковый p-n-переход, Г – токоъемные участки накопителя.

В этом случае длина дорожек будет соизмерима с шириной ленты и величина активного сопротивления отдельно взятой дорожки позволит надежно регистрировать сигналы наводимой термоЭДС в процессе считывания информации. Полупроводниковый p-n переход, входящий в состав каждой отдельно взятой дорожки, является электрической развязкой, исключающей шунтирующее действие параллельно включенных в общую цепь накопителя дорожек.

Такой вид накопителей, при всех его положительных эксплуатационных характеристиках, будет иметь один существенный недостаток – малую скорость доступа к записанной информации. Однако, с учетом комплекса его достоинств, а главное, благодаря большой емкости и устойчивости к внешним воздействиям, он может использоваться как устройство для резервного копирования информации, а также в качестве устройств записи специального назначения.

Принципиально увеличить скорость доступа к записанной информации, сделав ее сравнимой со скоростью существующих магнитных и оптических устройств записи, можно, если накопитель информации будет выполнен в форме диска.

Конструктивно модель дискового термогальванического накопителя представляет собой многослойное покрытие (рис. 3).

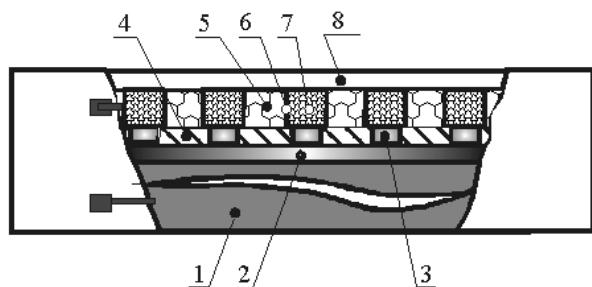


Рис. 3. Фрагмент дискового термогальванического накопителя информации

На поверхность металлической подложки (1), являющейся основанием диска, нанесен тонкий слой

полупроводника n-типа (2), являющийся одновременно гальванической развязкой с основанием диска и проводником к контактной площадке (А). На слой полупроводника n-типа наносятся слои диэлектрика (4) и полупроводника p-типа (3) с их последовательным чередованием в горизонтальной плоскости. Диэлектрический слой (4) разделяет области полупроводника p-типа и является изолирующим слоем между информационным железоникелевым слоем и полупроводником n-типа. Ячейки (3) совместно со слоем (2) образуют высокочастотные импульсные диоды, предназначенные для осуществления электрической развязки между элементарными информационными ячейками, а также для образования электрической цепи, необходимой для регистрации считываемого сигнала. Следующий слой представляет собой информационную дорожку, состоящую из полиморфного железоникелевого сплава (5), имеющего в исходном состоянии кристаллографическую  $\alpha$ -фазу. Лазерный отжиг локальных участков информационной дорожки приводит к образованию областей  $\gamma$ , соответствующих кристаллографической  $\gamma$ -фазе. Таким образом, формируются области с различным типом кристаллической решетки и границы раздела между ними 6.

Так как последовательность элементарных информационных ячеек представляет сплошной проводник, то саму дорожку можно использовать в качестве токоъемной (Б). Для защиты носителя информации от возможного окисления и мелких царапин на поверхность диска наносится прозрачная диэлектрическая пленка 8. Изготовление предлагаемого устройства возможно с использованием вакуумной технологии [2].

Принципы записи и считывания цифровой информации с предлагаемого термогальванического носителя аналогичны описанным в [3].

Запись информации на носитель производится путем отжига отдельных элементарных ячеек 7 (рис. 3) с помощью остросфокусированного лазерного излучения. При этом в отожженных участках происходит  $\alpha \rightarrow \gamma$  превращение. Нагрев границ раздела областей, отличающихся типом кристаллической решетки, в процессе считывания информации приводит к возникновению импульсов термоЭДС.

Рассматриваемое устройство можно использовать для записи не только цифровой, но и аналоговой информации. Анализ устройств, в которых производится преобразование аналогового сигнала в цифровой, свидетельствует о его явных недостатках. Во-первых, преобразования аналого-цифрового и цифроаналогового характера, даже если коэффициент Найквиста согласно теореме Котельникова берется с избытком (порядка 2,2-2,4), происходят с погрешностью. Во-вторых, для регистрации цифрового сигнала (выборки) на носителях информации используются двоичные многоуровневые коды, что значительно уменьшает плотность записи. Кроме этого, уменьшается скорость считывания записанной информации с использованием таких многоуровневых кодов. Всех этих недостатков лишен предлагаемый термогальванический диск, при условии,

что на нем будет производиться лазерная запись/считывание аналогового сигнала.

Запись производится следующим образом. При модуляции мощности лазера 1 (рис. 4б) записываемым сигналом (рис. 4а) температура разогреваемого участка рабочего слоя будет пропорционально зависеть от величины амплитуды аналогового сигнала (рис. 4а). Это обусловлено тем, что количество  $\gamma$ -фазы, образуемой при отжиге, будет прямо пропорционально мощности лазера. При записи аналогового сигнала максимальной амплитуды  $U_{max}$  (рис. 4а) мощность лазера  $P_{max}$  должна обеспечивать нагрев участка 2 информационной дорожки до температуры, соответствующей полному  $\alpha \rightarrow \gamma$  превращению железоникелевого сплава в этом участке. При записи аналогового сигнала минимальной амплитуды  $U_{min}$  (рис. 4а) мощность лазера должна быть минимальной  $P_{min}$ , недостаточной для начала  $\alpha \rightarrow \gamma$  превращения железоникелевого сплава в информационной ячейке 3. Весь диапазон промежуточных значений величины амплитуды записываемого аналогового сигнала может быть получен путем формирования широкого спектра (от 0 до 100%) количества  $\gamma$ -фазы в отжигаемых информационных ячейках.

Такой способ записи позволяет исключить в процессе записи аналого-цифровое преобразование.

Считывание записанной аналоговой информации с термогальванического носителя может осуществляться следующим образом. При считывании мощность лазера остается постоянной и имеет величину намного меньшую, чем при записи. После записи аналогового сигнала (рис. 4а) все информационные ячейки (рис. 4в) имеют различный фазовый состав, определяемый количественным соотношением в них  $\alpha$ - и  $\gamma$ -фаз. Величина термоЭДС, наводимая при считывании, будет пропорциональна количеству  $\gamma$ -фазы в  $(\alpha + \gamma)$  ячейках. Вследствие того, что концентрация  $\gamma$ -фазы в различных информационных ячейках неодинакова, различной будет и величина термоЭДС, наводимая при нагреве границ раздела 4 (рис. 4в).

При лазерном нагреве информационной ячейки (2) (рис. 4в) на границе раздела (4) возникает ЭДС максимальной величины  $E_{max}$ , которая регистрируется на токосъемных контактах в виде  $U_{max}$ . При нагреве лучом лазера информационной ячейки (3) (рис. 4в) на границе раздела 4 возникает ЭДС минимальной величины  $E_{min}$ , которая регистрируется на токосъемных контактах в виде  $U_{min}$ . При лазерном нагреве других информационных ячеек (рис. 4в) на границе раздела (4) будет возникать термоЭДС величиной  $E$ , пропорциональной концентрации  $\gamma$ -фазы в этих ячейках.

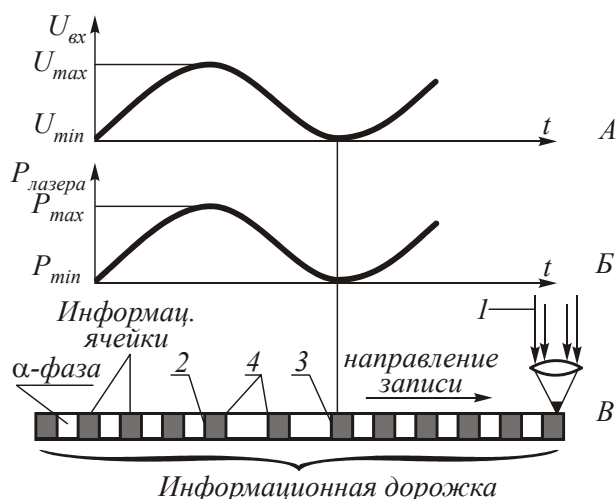


Рис.4. Запись аналогового сигнала.

Плавное изменение количества  $\gamma$ -фазы в соседних информационных ячейках позволит получать монотонно изменяющееся значение наводимой при считывании термоЭДС, величина которой будет пропорциональна изменению амплитуды считываемого аналогового сигнала, который может быть выделен путем усиления и детектирования.

Принципиальное отличие описанных в настоящей работе термогальванических носителей от всех известных устройств записи заключается в том, что считывание может осуществляться путем регистрации электрических сигналов непосредственно с участка информационной дорожки без промежуточных преобразований, как это имеет место у современных магнитооптических носителей. Это позволяет существенно повысить отношение сигнал/шум и дает возможность улучшить качество считываемой информации и облегчает ее восстановление в случаях частичного разрушения.

#### Литература

1. Карпенков С.Х. Тонкопленочные накопители информации // М.: Радио и связь, 1993. 504 с.
2. Броудай И., Мерей Дж. Физические основы микротехнологий // М.: Мир, 1985. 496 с.
3. Горовой А.М., Портнов М.А. Термогальванический цифровой носитель информации // В кн. «Методы оптимизации и их приложения». Сборник научных трудов 12-й Байкальской международной конференции. Иркутск, 2001. С. 156-161.
4. Добровольский В.Д., Каральник С.М., Коваль А.В. Рентгеноспектральное изучение полиморфизма в сплавах железа // Металлофизика, Киев: Наукова думка, 1972. №41. С. 68-73.

# Laser recording and thermogalvanic reading data storage devices

A.M. Gorovoi<sup>1</sup>, A.N. Malov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Military Aviation Engineering Institute

<sup>2</sup> Irkutsk State Technical University

## *Abstract*

The paper considers the possibility of creating storage medium of various types, the working layer of such medium can be made on the basis of polymorphic iron-nickel alloys. The ability of thin films of these alloys to take different structural states allows to make records in analog and digital form by means of laser annealing of individual sections of the information track of the media when reading information using the thermogalvanic effect.

*Keywords:* laser recording, thermogalvanic reading, polymorphic iron-nickel alloy, analog and digital form.

*Citation:* Gorovoi AM, Malov AN. Laser recording and thermogalvanic reading data storage devices. Computer Optics 2003; 25: 109-111.

## *References*

- [1] Karpenkov SK. Thin film magnetic storage. Moscow: "Radio i Svyaz" Publisher; 1993.
- [2] Brodie I, Muray JJ. The physics of microfabrication. New York, London: Plenum Press; 1982.
- [3] Gorovoi AM, Portnov MA. Thermal galvanic digital data carrier. Proc 12th Baikal International Conference "Optimization methods and their applications" 2001: 156-161.
- [4] Dobrovolsky VD, Karalnik SM, Koval AV. X-ray study of polymorphism in Fe alloys. Metallofizika 1972; 41: 68-73.