

ТЕРМОМАГНИТНАЯ ЗАПИСЬ НА ПЛЕНКЕ МАРГАНЕЦ-ПЕРМАЛЛОИ С ОБМЕННОЙ АНИЗОТРОПИЕЙ

А. А. Глазер, А. П. Попапов, Р. И. Тагиров

1. В последние годы большое внимание уделяется исследованию термомагнитной записи информации. Этот способ записи заключается в кратковременном нагреве локального участка ферромагнетика в магнитном поле. В результате такого воздействия нагревавшийся участок оказывается перемагниченным, и в дальнейшем является единичным носителем информации. Термомагнитный способ записи и магнитные материалы, на которых такая запись возможна, являются перспективными для построения постоянных запоминающих устройств электронных вычислительных машин.

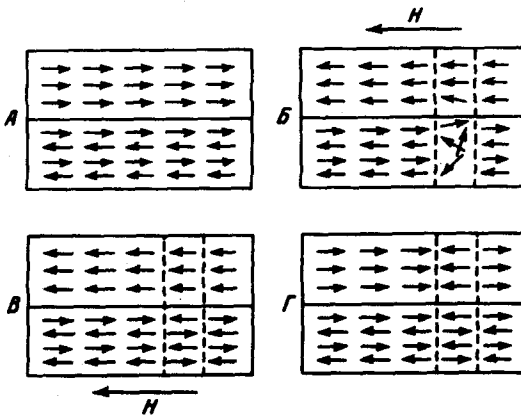


Рис. 1. Схема, поясняющая механизм термомагнитной записи на пленке с обменной анизотропией

В настоящее время известно несколько разновидностей термомагнитной записи. Это запись нагревом до точки Кюри; запись на материале с резким температурным спадом коэрцитивной силы; запись на ферритгранате гадолиния в точке компенсации; термострикционный способ записи; запись на пленках с полосовыми доменами [1].

В данной работе на примере двухслойной пленки марганец-пермаллой предлагается использовать для термомагнитной записи новое физическое явление — обменную (или однонаправленную) анизотропию, вызванную обменным взаимодействием между ферро- и антиферромагнитными областями.

2. Пленки марганец-пермаллой с обменной анизотропией [2] содержат ферромагнитный и антиферромагнитный слои. Благодаря обменному взаимодействию между слоями такие пленки обладают сдвинутой по оси полей петель гистерезиса. В работах [3, 4] было показано, что в этих пленках доменная структура вплоть до мельчайших деталей может быть закреплена обменным взаимодействием с антиферромагнетиком. Это явление и может быть использовано для термомагнитной записи.

Рассмотрим механизм записи с помощью схемы рис. 1. На рис. 1, а изображена пленка с обменной анизотропией в исходном состоянии. Верхний слой — ферромагнитен, нижний — антиферромагнитен. Для проведения термомагнитной записи к пленке прикладывается магнит-

ное поле, намагничивающее ее против направления легкого намагничивания. Затем небольшой участок пленки нагревается до температуры, превышающей точку Нееля антиферромагнитного слоя. Это состояние изображено на рис. 1, б. Весь ферромагнитный слой намагничен в направлении внешнего поля. В пределах нагретого участка, ограниченно пунктирными линиями, намагниченность ферромагнитного слоя несколько понизилась, но все еще высока (так как точка Кюри выше точки Нееля). В антиферромагнитном же слое этот участок перешел в парамагнитное состояние.

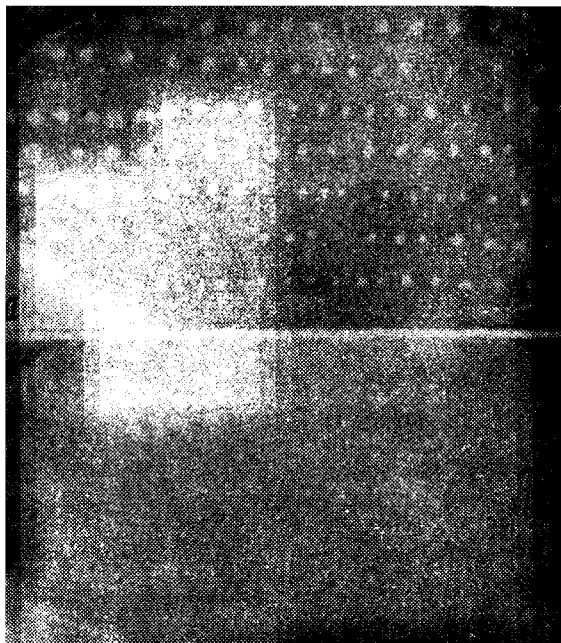


Рис. 2. Пример термомагнитной записи: А — пленка с записью, В — пленка в поле 15 э. Диаметр пленки 10 мм

Во время охлаждения в магнитном поле нагретый участок нижнего слоя переходит в антиферромагнитное состояние. На этот переход оказывает влияние обменное взаимодействие с расположенным выше ферромагнитным слоем. В результате этого в нагревавшемся участке спиновая система антиферромагнетика установится в новом направлении (рис. 1, в). После выключения внешнего магнитного поля намагниченность во всей пленке кроме нагревавшегося участка вернется в исходное состояние. Намагниченность в нагревавшемся участке из-за обменного взаимодействия с переориентированным антиферромагнитным участком останется в прежнем направлении (рис. 1, г). Таким образом, в результате описанной процедуры локальный участок ферромагнитного слоя оказался перемагниченным. Он может быть использован в качестве бита информации. Обнаружить его можно, например, с помощью продольного эффекта Керра.

3. Описанная выше термомагнитная запись была осуществлена на пленке марганец-пермаллой, полученной путем последовательного напыления в вакууме $5 \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст. слоев марганца и сплава 82% Ni — 18% Fe. Слои толщиной в 1000 Å осаждались в магнитном поле 70 э на стеклянную подложку, нагретую до 200 °С. Сверху пленка была покрыта слоем SiO для предохранения ее от окисления при термозаписи. После напыления пленка была отожжена при 350 °С в течение двух часов и охлаждена в магнитном поле. Точка Нееля образовавшегося при этом антиферромагнетика порядка 300 °С [5].

Запись была произведена путем прикосновения к пленке разогретой докрасна заостренной нихромовой проволокой в присутствии магнитного поля в 20 э, ориентированного против направления легкого намагничивания. На рис. 2, а приведена фотография пленки, на которой с помощью продольного керр-эффекта выявлены записанные точки. Наименьшие из них имеют размер порядка 100 мк. Более мелкую запись, по всей вероятности, можно произвести, если использовать более совершенный способ нагрева, например, лучом лазера.

Если к пленке приложить поле порядка 15 э, то она намагничивается до насыщения, и запись становится невидимой (рис. 2, б). Однако запись сохраняется, так как переориентированные антиферромагнитные области при этом не разрушаются. После выключения поля записанная картина полностью восстанавливается. Приложение к пленке полей в 40 кэ не разрушало магнитной структуры антиферромагнитных областей, т. е. не приводило к потере информации. Для стирания записанной точки нужно снова произвести локальный нагрев данного участка до температуры Нееля в присутствии поля, противоположного полю при записи.

4. Отметим, следующие преимущества пленок марганец-пермаллой с обменной анизотропией, как среды для термомагнитной записи информации, по сравнению с обычно используемыми материалами. Во-первых, записанная информация не может быть необратимо разрушена внешними магнитными полями даже в сотни килоэрстед вследствие высоких пороговых полей антиферромагнетиков. В ряде случаев это обстоятельство может быть очень полезно, обеспечивая высокую надежность хранения информации. Во-вторых, приложение в плоскости пленки переменного магнитного поля в десятки эрстед позволяет модулировать всю картину записи, не разрушая ее. Это может быть использовано для применения динамических методов считывания.

Таким образом, термомагнитную запись на пленках с обменной анизотропией путем их нагрева в поле до точки Нееля следует рассматривать как вполне самостоятельный способ такой записи наряду с известными способами, упомянутыми выше.

Институт физики металлов
УНЦ АН СССР

Поступила в редакцию
9 февраля 1972 г.

Литература

- [1] Л.М.Клюкин, Б.М.Стеланов, В.А.Фабриков, А.В.Хромов. Фотографирование на магнитные пленки, М., Атомиздат, 1971, стр. 7.
- [2] А.А.Глазер, А.П.Потапов, Р.И.Тагиров, Я.С.Шур. ФТТ, 8, 3022, 1966.
- [3] А.А.Глазер, А.П.Потапов, Р.И.Тагиров. Изв. АН СССР, серия физ., 30, 1059, 1966.
- [4] А.А.Глазер, Р.И.Тагиров, А.П.Потапов, Я.С.Шур. ФММ, 26, 289, 1968.
- [5] А.А.Глазер, А.П.Потапов, Р.И.Тагиров, Л.Д.Уряшева, Я.С.Шур. Изв. АН СССР, сер. физ., 31, 735, 1967.