

Величина $\bar{\kappa}$ может быть определена, если учесть, что коэффициент отражения образца со стороны подложки равен 0,4. Тогда для прошедшего света запишем

$$I_t \sim 0,6(I_0 - I_R) \exp(-\bar{\kappa}4\pi d/\lambda).$$

Откуда $\bar{\kappa} = 2,7$, т. е. величина дихроизма составляет $\approx 6\%$ для пленок MnBi.

Из приведенных экспериментальных данных видно, что предложенная схема позволяет свести к минимуму, определяемому качеством поляризационных элементов, остаточный сигнал при считывании. Возможность визуализации эллиптичности повышает уровень информационного сигнала и позволяет решить задачу оптимизации многослойных структур из тонких диэлектрических слоев и ТМП с целью нахождения максимума функций $I_R/I_0(\varphi_k^2 + \epsilon_k^2)$ и $I_t/I_0(\varphi_\Phi^2 + \epsilon_\Phi^2)$.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Соколов. Оптические свойства металлов. М., Физматгиз, 1961.
2. Л. В. Семенов, К. К. Свитаев, А. И. Семенов. Оптический поляризационный метод исследования поверхности полупроводников.— В кн.: Некоторые проблемы физики и химии поверхности полупроводников. Новосибирск, «Наука», 1972.
3. М. М. Горшков. Эллисометрия. М., «Сов. радио», 1974.

Поступила в редакцию 22 октября 1975 г.

УДК 538.61

В. Г. ЖДАНОВ, Ю. Н. СЛЕСАРЕВ, В. Г. ЧУБАРОВ
(Новосибирск)

ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИЕ КРИВЫЕ ОБРАЗЦОВ MnBi ПЛЕНОК

Одним из применений MnBi пленок является использование их для записи магнитных голограмм. Основная задача при этом — выбор режима записи, т. е. получение максимальной дифракционной эффективности (ДЭ) в восстановленном изображении при заданном уровне нелинейных искажений.

В данной работе проанализирована зависимость дифракционной эффективности от геометрии и условий записи и сделана попытка описания регистрирующих свойств MnBi пленок с помощью частотно-контрастной характеристики и характеристической кривой.

В работе [1] показано, что дифракционная эффективность описывается формулой

$$\eta \approx (4/\pi^2) \exp(-\alpha h) \sin^2(\pi C/D) \sin^2\varphi, \quad (1)$$

где h — толщина пленки; α — коэффициент поглощения пленки; C — ширина переключаемого участка; D — период решетки; φ — угол фарадеевского вращения.

Дифракционная эффективность определяется шириной участка C , нагретого выше температуры Кюри, и углом фарадеевского вращения φ , который пропорционален намагниченности в переключенном участке. В свою очередь, намагниченность зависит от величины магнитных по-

лей, создаваемых окрестными намагниченными участками [2—4]. Распределение намагниченности в интерферограмме является следствием распределения температуры при записи. Многопараметрическую зависимость между интенсивностью объектного пучка и дифракционной эффективностью мы и назовем характеристической кривой МпВи пленок.

В момент записи МпВи пленка представляет собой систему регулярно чередующихся намагниченных и немагниченных участков (нагретых выше точки Кюри T_c).

Пусть интерферограмма имеет ширину b , толщину h , период решетки D , ширину намагниченного участка a и немагнитного — C . Выберем начало координат в центре центрального немагнитного участка интерферограммы. Тогда собственное поле пленочной интерферограммы описывается формулой

$$H_z = -2bh \sum_{i=1}^n \int_{-a/2}^{a/2} \frac{M_z(x') dx'}{\left[\left(i - \frac{1}{2} \right) D + x' \right]^2 \sqrt{\left[\left(i - \frac{1}{2} \right) D + x' \right]^2 + \frac{b^2}{4}}} \quad (2)$$

где x' — координата, по которой ведется интегрирование по магнетику.

Введя обозначение $m_z(x') = M_z(x')/M_0$ (M_0 — величина намагниченности пленки в ненагретом состоянии при температуре окружающей среды) и учитывая, что $b \approx 2nD$, перепишем выражение (2) в виде

$$H_z = -2bhM_0 \sum_{i=1}^n \int_{-a/2}^{a/2} \frac{m_z(x') dx'}{\left[\left(i - \frac{1}{2} \right) \frac{b}{2n} + x' \right]^2 \sqrt{\left[\left(i - \frac{1}{2} \right) \frac{b}{2n} + x' \right]^2 + \frac{b^2}{4}}} \quad (3)$$

$m_z(x')$ определяем из зависимости $m(T)$, полученной экспериментально и приведенной на рис. 1 с учетом распределения температур $T(x')$ в интерферограмме [5].

Анализ выражения (3) показывает, что наибольший вклад вносят близлежащие намагниченные участки интерферограммы. Логарифмическая зависимость величины магнитного поля, создаваемого отдельным намагниченным участком, приведена на рис. 2. Из него видно, что при расчетах достаточно ограничиваться суммированием полей до значений $i=20-30$.

Проанализируем зависимость намагниченности от пространственной частоты при некотором фиксированном отношении $C/D=0,3$ во всем диапазоне пространственных частот $1/D=100-2000$ лин/мм. Запись осуществляем лазером с длительностью импульса ≈ 20 нс. Рассчитанные для этого случая графики распределения температур и намагниченности в интерферограмме для значений пространственной частоты $1/D=100, 900, 2000$ лин/мм показаны на рис. 3.

На рис. 4 приведена зависимость нормированных значений собственного магнитного поля в центре интерферограммы от пространственной частоты для квадратной интерферограммы со стороной $b=1$ мм.

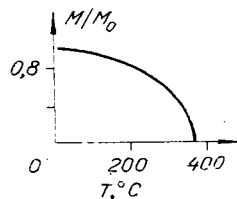


Рис. 1. Зависимость намагниченности МпВи от температуры.

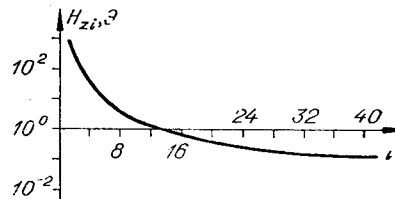


Рис. 2. Величина вклада в магнитное поле от номера намагниченного участка.

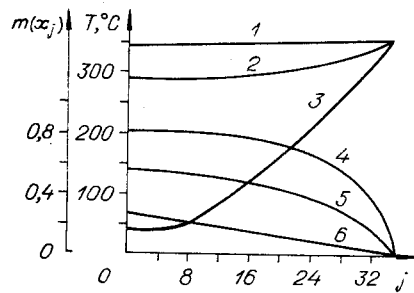


Рис. 3. Распределение температуры и намагниченности в интерферограмме соответственно для пространственных частот: 1 и 6 для $1/D=2000$ лин/мм, 2 и 5 для $1/D=900$ лин/мм, 3 и 4 — для $1/D=100$ лин/мм.

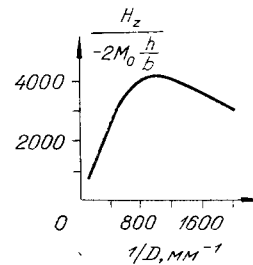


Рис. 4. Зависимость нормированных значений собственного магнитного поля в центре интерферограммы от пространственной частоты.

Из рисунка видно, что с ростом пространственной частоты собственное магнитное поле, а следовательно, и дифракционная эффективность сначала увеличиваются, достигают максимума при значении $1/D=900$ лин/мм и далее уменьшаются. Такой вид кривой объясняется тем, что при достаточно широких неперемагничивающихся участках интерферограммы a влияние температуры на величину их намагниченности сказывается слабо (в основном лишь на их краях) и преобладает увеличение поля с ростом пространственной частоты до ее значения $1/D=900$ лин/мм. Выше этого значения преобладает влияние температуры на намагниченность. Об этом в известной степени свидетельствуют графики зависимости температуры и намагниченности в средней наиболее «холодной» линии перемагничивающейся полосы в зависимости от пространственной частоты, изображенные на рис. 5.

На рис. 6 приведена частотно-контрастная характеристика $MnVi$ пленок, полученная экспериментально. Она имеет максимум при пространственной частоте $1/D=850$ лин/мм, что находится в хорошем соответствии с расчетными данными.

Для получения характеристической кривой были рассчитаны значения собственных магнитных полей пленочных интерферограмм в зависимости от отношения ширины нагретой выше точки Кюри полосы к периоду решетки и от средней температуры при фиксированной пространственной частоте $1/D=900$ лин/мм. Для этого, как и выше, также находили распределение температуры и намагниченности в интерферограмме. Затем по формуле (3) производили расчет численных значений значений собственного магнитного поля интерферограммы с учетом того обстоятельства, что в данном случае пределы интегрирования изменялись.

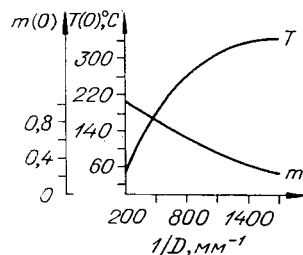


Рис. 5. Изменение температуры и намагниченности в средней линии неперемагниченной полосы.

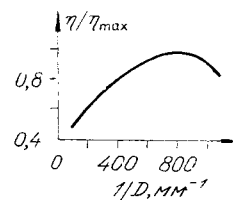


Рис. 6. Экспериментальная частотно-контрастная характеристика.

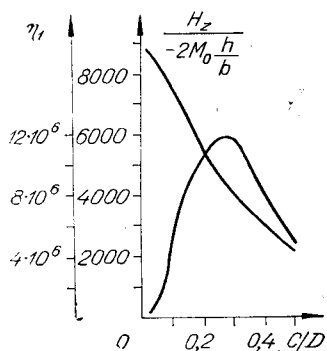


Рис. 7. Характеристическая кривая MnBi пленки в функции C/D .

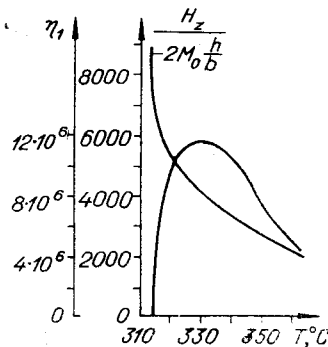


Рис. 8. Характеристическая кривая MnBi пленки в функции T_0 .

Полученные в результате расчета зависимости величины нормализованных значений собственного магнитного поля и дифракционной эффективности интерферограммы от отношения C/D и средней температуры интерферограммы T_0 приведены соответственно на рис. 7 и 8 для пространственной частоты $1/D=900$ лин/мм. Из рисунков видно, что с ростом средней температуры (энергии записи) дифракционная эффективность возрастает, достигает максимума и далее убывает. На восходящей и нисходящей ветвях характеристической кривой имеются определенной ширины квазилинейные участки. На этих участках сохраняется линейная зависимость между дифракционной эффективностью и энергией записи.

Авторы приносят благодарность А. А. Аникину за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. М. Наскал. Polarization and efficiency in magnetic holography.— "IEEE Trans. on Magn.", 1970, vol. Mag-6, № 3, p. 542—545.
2. E. G. Bernal. Mechanism of curie—point writing in thin films of manganese bismuth.— "J. Appl. Phys.", 1971, vol. 42, № 10, p. 3877—3887.
3. В. Г. Чубаров. Исследование собственного магнитного поля прямоугольного тонкопленочного элемента, намагниченного перпендикулярно плоскости.— В кн.: Вопросы проектирования специальных радиоэлектронных устройств. (Учен. зап. ППИ.) Вып. 3, Пенза, 1974.
4. Б. М. Раков, В. Г. Чубаров, Ю. Н. Слесарев, Ф. М. Назаров, А. А. Михайлов, О. Ф. Бузин. Исследование размагничивающих полей в MnBi пленках при термомагнитной записи.— «Вопросы радиоэлектроники. Сер. ЭВТ», 1974, вып. 12, с. 140—147.
5. Л. М. Клюкин, Б. М. Степанов, В. А. Фабриков, А. В. Хромов. Фотографирование на магнитные пленки. М., Атомиздат, 1971.

Поступила в редакцию 26 января 1976 г.

УДК 621.382

В. И. БУДАРНЫХ, В. Ф. КРАСНОВ, Л. А. ТУРОВСКИЙ
(Новосибирск)

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК КОММУТИРУЮЩЕГО ДИОДА ЯЧЕЙКИ ФОТОПРИЕМНОЙ МАТРИЦЫ

Интерес к разработке и оценке работы фотоприемных матриц обусловлен их применением в устройствах оптического ввода и обработки информации. Составной частью ячейки фотоприемных матриц,