

где T — величина отраженного заряда; E — расстояние от полоски до отраженного заряда.

Сравнивая линии с однородным и слоистым диэлектриками, определим выражение для эффективной диэлектрической проницаемости исследуемой структуры из равенств (2), (3).

$$\epsilon_{\text{эф}} = \epsilon (U_0/U_1) \quad (4)$$

и волнового сопротивления

$$Z_{\text{в}} = ((10^{-8}U_0/3\tau) \sqrt{\epsilon_{\text{эф}}}). \quad (5)$$

На рис. 3 приведены зависимости $Z_{\text{в}}$ (кривая 1) и $\epsilon_{\text{эф}}$ (кривая 2) от расстояния между верхней эсмляной пластиной и подложкой, полученные в работе [2]. Значения указанных величин, полученные по формулам (4) и (5), представлены точками. Совпадение полученных значений с известными подтверждает, что разработанный метод может успешно применяться для исследования слоистых полосковых структур.

1. Бинс К., Лауренсон П. Анализ и расчет электрических и магнитных полей. М., Энергия, 1970. 200 с. 2. Ганстон М. А. Р. Справочник по волновым сопротивлениям фидерных линий СВЧ. М., Связь, 1976. 150 с. 3. Шилина Э. И. Расчет волнового сопротивления микрополосковых линий. — Вестн. Киев. политехн. шта. Радиотехника, 1979, вып. 16, с. 39—43.

Поступила в редколлегию 07.07.81

УДК 621.372.85

М. Г. БАЛИНСКИЙ, А. С. БЕРЕГОВ, *мл. науч. сотр.*,
В. Г. ОБЛАМСКИЙ, *инж.*, И. В. СТАШУК, *студ.*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНЫХ ПЛЕНОК СО СТРУКТУРОЙ ГРАНАТА

При конструировании приборов на магнитоэлектрических волнах (МСВ) [1] необходимо знать точные значения таких магнитных параметров используемой пленки, как намагниченность насыщения $4\pi M_0$ и первая константа магнитной кристаллографической анизотропии K_1 . В связи с этим представляет интерес разработка метода определения этих параметров путем расчета и последующего измерения резонансных полей для различных направлений в монокристаллической пленке.

Следуя методу, изложенному в работе [2] для нормально намагниченной ферритовой пленки, нами были получены выражения для частоты однородного ферромагнитного резонанса (ФМР) в касательно намагниченной монокристаллической пленке кубической симметрии при произвольной ориентации внешнего постоянного магнитного поля H_0 относительно кристаллографических осей. Рассмотрим два практически важных случая, когда плоскость пленки совпадает с кристаллографическими плоскостями (110) и (111).

Для плоскости (110) выражение для частоты ФМР имеет вид

$$\omega/\gamma = \{[H_0 + 4\pi M_0 - 2K_1/M_0 (1,5 \sin^2 \Theta - \cos^4 \Theta - 0,5 \sin^4 \Theta)] \times \\ \times [H_0 - 2K_1/M_0 (4,5 \sin^2 \Theta \cos^2 \Theta - \cos^4 \Theta - 0,5 \sin^4 \Theta)]\}^{1/2}. \quad (1)$$

Здесь Θ — угол между кристаллографической осью [100] и направлением равновесной намагниченности \vec{M}_0 в кристалле, а γ — магнетомеханическое отношение.

В частном случае трудной [100] ($\Theta=0$), легкой [111] ($\Theta=54^\circ 44'$) и промежуточной [110] ($\Theta=90^\circ$) осей (1) может быть переписано, соответственно, в виде

$$\omega/\gamma = \sqrt{(H_{от} + y + 2x)(H_{от} + 2x)}; \quad (2)$$

$$\omega/\gamma = \sqrt{[H_{ол} + y - (4/3)x][H_{ол} - (4/3)x]}; \quad (3)$$

$$\omega/\gamma = \sqrt{(H_{оп} + y - 2x)(H_{оп} + x)}, \quad (4)$$

где $y = 4\pi M_0$, $x = K_1/M_0$.

Если известны величины полей $H_{от}$, $H_{ол}$, $H_{оп}$ и измерения проводились на известной частоте, то любые два из уравнений (2) — (4) позволяют однозначно определить величины K_1/M_0 и $4\pi M_0$. Вид угловой зависимости резонансного поля свидетельствует о том, что погрешность измерений, обусловленная ограниченной точностью определения величины поля, оказывается меньше, если пользоваться первыми двумя уравнениями.

Для плоскости (111) частота ФМР определяется выражением

$$\omega/\gamma = \{(A/y)(A - x + y) - (2x^2/y) \cos^2 \Theta (4 \sin^2 \Theta - 1)^2\}^{1/2}, \quad (5)$$

где $A = \sqrt{H_0^2 + (2/9)x^2 \sin^2 \Theta (4 \cos^2 \Theta - 1)}$; Θ — угол между \vec{M}_0 и [110].

Если внешнее поле совпадает по направлению с осями [110] и [121], то (5) приобретает соответственно вид: $\omega/\gamma = \sqrt{H_1(H_1 - x + y) - 2x^2}$; $\omega/\gamma = \sqrt{A_1(A_1 - x + y)}$; $A_1 = \sqrt{H_2^2 - (2/9)x^2}$, откуда при известной частоте определяются величины $4\pi M_0$ и K_1/M_0 .

При экспериментальном исследовании вращенной в плоскости (110) пленки железо-иттриевого феррита-граната последняя помещалась в резонатор радиоспектрометра таким образом, чтобы внешнее магнитное поле лежало в плоскости пленки. Малый объем пленки не приводит к существенному уменьшению добротности резонатора, и поэтому измерения могут проводиться без разрушения исследуемого образца. Анализ зарегистрированных при фиксированной частоте спектров магнитостатических колебаний позволил определить значения полей, соответствующих однородному ФМР, при конкретных углах ориентации пленки в резонаторе.

В случае главных осей кристалла были получены следующие результаты: $H_{от}=2650$ э, $H_{ол}=2510$ э, $H_{оп}=2560$ э, а затем из

уравнений (2), (3) определены значения магнитных параметров исследуемой пленки: $4\pi M_0 = 1750$, $K_1/M_0 = -42$. Измерения проводились на частоте 9,33 ГГц. Значение относительной погрешности измерений определяется точностью измерений внешнего поля δH_0 и при $\delta H_0 = 0,5\%$ составляет 1,4% для величины $4\pi M_0$ и 13,2% для величины K_1/M_0 .

Таким образом, описанный метод позволяет экспериментально определять важнейшие магнитные параметры эпитаксиальных гранатовых пленок, которые необходимо знать при разработке реальных СВЧ-приборов.

1. Адам Дж. Д., Дэниел М. Р., Шродер Д. К. Применние устройств на магнетостатических волнах — один из путей микроминиатюризации СВЧ-приборов. — Электроника, 1980, № 11, с. 36—44. 2. Bajpai S. N., Putilan J., Srivastava N. C. Magnetostatic volume waves in dielectric Layered structure: Effect of magnetocrystalline anisotropy. — J. Appl. Phys., 1979, April, 50(4), p. 2887—2895.

Поступила в редколлегию 08.07.81

УДК 621.396.6

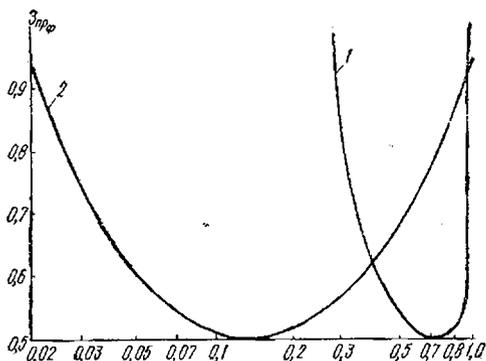
В. Е. БОГДАНЮК, канд. техн. наук, М. И. ПРОКОФЬЕВ, инж.

СТОИМОСТНЫЕ МОДЕЛИ УЗЛОВ БЛОКОВ ПИТАНИЯ РЭА

Исследованиями установлено наличие корреляционной связи между ценой покупных изделий C_{pi} и техническими характеристиками P_{ij} типовых узлов блоков питания РЭА. Это позволяет

принять цену покупных изделий в качестве базового показателя затрат при разработке стоимостных моделей РЭА.

Примеры зависимостей для некоторых функциональных узлов вторичных источников питания РЭА, установленные на основе анализа 150 блоков питания, освоенных промышленностью серийно за 1970—1981 гг., приведены в таблице. Значение приведенных в таблице коэффициентов обеспечивает инженерную точность расчетов для схемных решений на базе дискретных радиокомпонентов и интегральных опера-



Характер изменения затрат по П-образным RC-фильтрам от их параметров (при $U = 10$ В, $I = 0,1$ А; $F_c = 50$ Гц; $K_c = 100$, $m = 2$):

1 — в зависимости от КПД фильтра (при $\Delta K = 0,135$); 2 — в зависимости от распределения коэффициентов сглаживания отдельных звеньев (при оптимальном КПД $\eta = 0,72$)

ционных усилителей.

При решении задач, связанных с определением эффективности РЭА для расчета приведенных затрат $Z_{пр}$ рекомендуется соотношение $Z_{пр} = K_p (\alpha C_{pi} + E_n) (a + b \lg N)^{-1}$, где a , b — эмпириче-