АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОДИФФУЗИОННОЙ ДЕГРАДАЦИИ ТОНКИХ ПЛЕНОК

К.Н. Тукмаков, А.В. Архипов
Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Целью работы является постановка экспериментального исследования деградации тонкопленочных проводников электронных приборов при протекании тока высокой плотности. Данное исследование проводится в рамках работы по увеличению электродиффузионной надежности тонкопленочной металлизации. Основной целью исследования является выявление закономерности изменения электросопротивления тонкопленочного проводника в условиях электродиффузионного разрушения, которое свойственно сильноточным коммутационным системам.

Условия интенсивного роста трещины можно задать, нарушив баланс электродиффузионных потоков массы в проводнике с помощью создания искусственного градиента температуры по длине проводника. Именно этот конструкторский фактор рассматривается в модели.

Для осуществления эксперимента предполагается использовать следующее оборудование: набор специальных тестовых тонкопленочных проводников (алюминиевая пленка на ситалловой подложке в форме длинных проводников различной ширины и контактные площадки), источник питания, цепь с нагрузкой, крепежный механизм, миллиомметр, лабораторная термостабилизированная камера, нагреватель, простые электроизмерительные средства.

ОПИСАНИЕ КОДЕРОВ СВЕРТОЧНЫХ КОДОВ

А.А. Айзикович, Ю.П. Демаков
Ижевский государственный технический университет, г. Ижевск

При составлении математических моделей физических процессов бывает полезно свести изучаемую задачу к ранее известной и хорошо изученной модели. Одной из таких моделей является дискретная линейная динамическая система

$$\begin{cases} x(t+1) = A(t)x(t) + B(t)u(t), & t = 0,1,2,..., \\ y(t) = C(t)x(t) + D(t)v(t), & t = 1,2,.... \end{cases}.$$

Эту систему можно использовать для описания кодеров [1]. В общем случае в системе $\mathrm{u(t)}$ – входной информационный символ, $\mathrm{v(t)}$ – помеха, $\mathrm{y(t) = (y_1(t),...,y_m(t))'}$ – m-мерный вектор выходных символов, $\mathrm{x(t) = (x_1(t),...,x_n(t))'}$ – n-мерный вектор состояния кодера, $\mathrm{A(t), B(t), C(t), D(t)}$ – матрицы соответствующих размерностей. Введем необходимые обозначения. Пусть $\mathrm{E_k}$ – единичная матрица порядка k, $\mathrm{e_i^k}$ – i-й столбец матрицы $\mathrm{E_k}$, т. е.

$$\mathrm{E_k} = \left(\mathrm{e_1^k ... e_k^k}\right);$$

$$\mathrm{\tilde{E}_k} = \left(0\,\mathrm{e_1^k ... e_{k-1}^k}\right);$$

$(\cdot)'$ – символ транспонирования. Кроме того, пусть A – прямая сумма m матриц $\mathrm{\tilde{E}_p}$, а B прямая сумма m матриц-столбцов $\mathrm{e_p^p}$:

$$\mathrm{A} = \underbrace{\mathrm{\tilde{E}}_p \oplus \mathrm{\tilde{E}}_p \oplus ... \oplus \mathrm{\tilde{E}}_p}_{m}, \quad \mathrm{B} = \underbrace{\mathrm{e}_p^p \oplus \mathrm{e}_p^p \oplus ... \oplus \mathrm{e}_p^p}_{m}.$$

Далее приводится пример описания кодера для сверточных кодов [2] со скоростью m/n $(m \geq 1)$ с кодовым ограничением k дискретной линейной динамической системой.

В общем случае код описывается mn порождающими многочленами, задающими mn наборов связей между m регистрами по $p = k/m$ ячеек и n сумматорами. Связь между входными и выходными последовательностями может быть представлена в следующей матричной форме:

$$(T_1(x),...,T_n(x)) = (I_1(x),...,I_m(x))\begin{pmatrix} g_1^1(x) & ... & g_1^n(x) \\ ... & ... & ... \\ g_m^1(x) & ... & g_m^n(x) \end{pmatrix},$$

где $g_i^r(x)$ – порождающий многочлен, описывающий связь с регистром i-го входа и сумматором r-го выхода, причем

$$g_i^r(x) = g_{i0}^r + g_{i1}^r x + ... + g_{i,p-1}^r x^{p-1}, \quad g_{ij}^r \in \{0,1\},$$

и связь ячейки j регистра R с сумматором S отсутствует, если $g_{ij}^r = 0$. Схема кодера изображена на рисунке, где нулевые ячейки регистров R расположены слева.

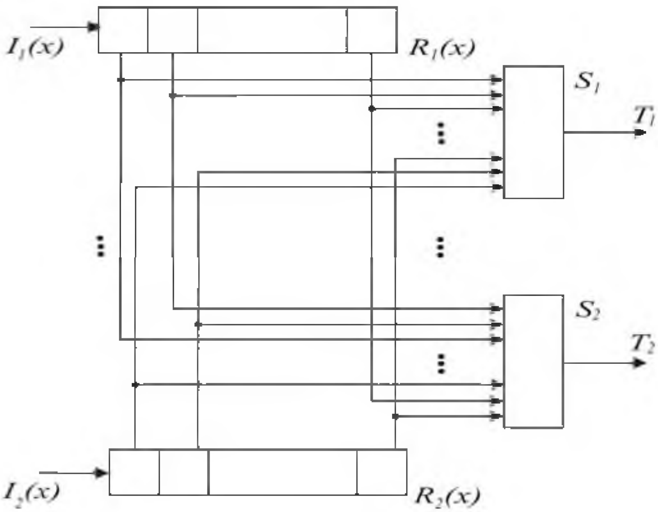

Рис.1 Схема кодера, реализующего двоичные сверточные коды со скоростью m/n

Пусть $\mathbf{C} = \begin{pmatrix} g^1_{1,p-1} \cdots g^1_{10} \cdots g^1_{m,p-1} \cdots g^1_{m0} \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ g^n_{1,p-1} \cdots g^n_{10} \cdots g^n_{m,p-1} \cdots g^n_{m0} \end{pmatrix}$ – матрица порядка $n \times k$, составленная из коэффициентов порождающих многочленов, x– k -мерный вектор состояния кодера, $\mathbf{x} = (x^1_{p-1}, \ldots, x^1_0, \ldots, x^m_{p-1}, \ldots, x^m_0)'$, описывающий m p-разрядных регистров, $\mathrm{u} = (u_1, \ldots, u_m)'$ – m-мерный вектор входа, $\mathbf{y} = (y_1, \ldots, y_n)'$ n -мерный вектор выхода.

Тогда кодер описывается динамической системой

$$\begin{cases} \mathrm{x(t+1) = A(t)x(t) + B(t)u(t)}, & \mathrm{t = 0, 1, 2, \ldots,} \\ \mathrm{y(t) = C(t)x(t)}, & \mathrm{t = 1, 2, \ldots,} \\ \mathrm{x(0) = 0.} \end{cases} .$$

Список использованных источников

1.Гилл А. Линейные последовательностные машины. – М.: Наука, 1974. – 288 с.
2.Кларк Дж. мл., Дж. Кейн. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи – М.: Радио и связь, 1987. – 392 с.