

### ОБ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ЕМКОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ RC-СТРУКТУР

При проектировании тонкопленочных микросхем в ряде случаев возникает альтернатива: использовать для реализации параллельной RC-цепочки навесной конденсатор либо применить распределенную RC-структуру. В литературе обоснованного решения такой задачи нет. В связи с этим рассмотрим вопрос о зависимости эквивалентной емкости RC-структуры (см. рисунок) от ее геометрии и параметров проводящей и изолирующей пленок.

На рисунке  $R = l/bj_{n1}$ ;  $N = -j_{n1}/j_{n2}$ ;  $C_0 = \epsilon' \epsilon_0 b l/h$  ( $l$  и  $b$  — длина и ширина структуры;  $h$  — толщина диэлектрического слоя;  $j_{n1}$  и  $j_{n2}$  — удельные поверхностные проводимости резистивных пленок верхнего и нижнего слоев;  $R$  — входное сопротивление RC-структуры на постоянном токе).

Действительная и мнимая части полной входной проводимости на частоте  $\omega$  равны [1]

$$\operatorname{Re} Y = \frac{N}{R(N+1)} + \frac{\theta}{2R(N+1)} \frac{\operatorname{sh} \theta - \sin \theta}{\operatorname{ch} \theta - \cos \theta};$$

$$\operatorname{Im} Y = \frac{\theta}{2R(N+1)} \frac{\operatorname{sh} \theta - \sin \theta}{\operatorname{ch} \theta - \cos \theta}; \quad (1)$$

$$\theta = \sqrt{0,5RC_0\omega(N+1)}.$$

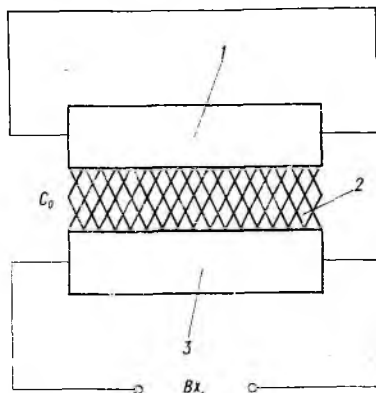
Для заданной частоты  $\omega$  можно записать

$$\operatorname{Im} Y = \omega C_0, \quad (2)$$

где  $C_0$  — эквивалентная емкость RC-структуры на частоте. Очевидно также, что размер  $b$  должен удовлетворять условию

$$b = l \frac{j_{n1} R}{N+1} \left( N + \frac{\theta}{2} \frac{\operatorname{sh} \theta - \sin \theta}{\operatorname{ch} \theta - \cos \theta} \right). \quad (3)$$

На основании (1), (2) и (3) проведены расчеты  $C_0$  для различных значений толщины диэлектрического слоя, сопротивления постоянному току, диэлектрической проницаемости, частоты, различного соотношения проводимостей нижнего и верхнего резистивного слоев. Расчет проводили для  $R = 20, 56, 130,$



Зависимость эквивалентной емкости RC-структуры от ее геометрии и параметров проводящей и изолирующей пленок:

1 — металлическая пленка с общим сопротивлением  $NR$ ; 2 — слой диэлектрика; 3 — металлическая пленка с общим сопротивлением  $R$

200 Ом. Для каждого из этих номиналов изменялись толщина  $h=0,2; 0,3; 0,4; 0,8$  мкм и проводимости слоев  $j_{n1}=0,00447; 0,063$  и  $j_{n2}=00447; 0,063$  Сим/кв, что соответствует сплаву РС-3001 и нихрому Х20Н80. Относительная диэлектрическая проницаемость принималась равной  $\epsilon'=1,0; 5,2; 8,0; 10,0$ . Частота сигнала — 500 кГц, 1; 5; 10 МГц.

Анализ основных результатов расчета показывает, что существует максимально достижимая эквивалентная емкость  $C_{\max}$ . Превысить ее за счет увеличения размеров структуры (см. рисунок) не удастся. Это явление, по-видимому, можно объяснить слабым влиянием той части распределенной емкости, которая «отделена» от входа структуры значительным сопротивлением резистивного слоя. В пользу такого предположения говорит тот факт, что  $C_{\max}$  существенно зависит от  $R$ .

Увеличение  $C_{\max}$  возможно за счет увеличения  $\epsilon'$ .

1. Колесов Л. Н. Введение в инженерную микроэлектронику. М.: Сов. радио, 1974. 300 с.

Поступила в редколлегию 05.08.86

УДК 621.3.019

*К. Б. КРУКОВСКИЙ-СИНЕВИЧ, д-р техн. наук,*

*Р. М. ТЕРЕЩУК, канд. техн. наук, А. Б. ПИВОВАРОВ, студент*

### ОБ АППРОКСИМАЦИИ ПОТОКА ОТКАЗОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ НА ЭТАПЕ ПРИРАБОТКИ

В работах [1, 2] при решении задач об оптимизации времени приработки радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) используется аппроксимация зависимости на начальном участке интенсивности потока отказов от времени

$$\lambda(t) = \lambda_0 - \frac{2\sigma_1^2}{\alpha} [1 - \exp(-\alpha t)], \quad (1)$$

где  $\lambda_0$  — установившееся значение интенсивности потока отказов;  $\alpha$  — параметр, характеризующий скорость установления этого потока. Применение выражения (1) в указанных работах обосновывается хорошим совпадением с результатами испытаний РЭА на надежность. Каких-либо теоретических соображений в пользу (1) не приводится. Покажем в связи с этим аналитически один из возможных источников образования именно такой статистики отказов РЭА.

Как известно, при заданной интенсивности отказов  $\lambda_0(t)$  вероятность безотказной работы на интервале  $0 \dots t$  равна

$$p_0(t) = \exp[-I(t)], \quad (2)$$

где  $I(t) = \int_0^t \lambda_0(x) dx$ . В реальных условиях известна только оценка интенсивности потока отказов  $\lambda_1(t)$ . Если известна так-