

КРИТЕРИЙ СРЫВА НАПРЯЖЕНИЯ ОБРАТНО-СМЕЩЕННЫХ ПЕРЕХОДОВ МНОГОСЛОЙНЫХ СТРУКТУР

А. А. ДЖЕРЕДЖЯН, Г. С. КАРАЯН

Для различных многослойных структур (МСС) формирование участка с отрицательным дифференциальным сопротивлением (ОДС) на вольт-амперной характеристике (ВАХ) коллекторных переходов происходит при разных условиях [1-3], что нельзя объяснить на основе модели многотранзисторной аналогии (МТА). В связи с этим возникает необходимость получения критерия существования участка с ОДС на ВАХ коллекторных переходов произвольной МСС, что и является целью настоящей работы.

Исследуем k -й коллекторный переход МСС, рассмотренный в [1-3], сохраняя принятые там обозначения, где четные индексы l_{\pm} определяются следующими соотношениями:

$$l_- < k < l_+, \quad V_{l_{\pm}} > 1, \quad V_{i \in (k, l_{\pm})} < 1.$$

На основе работы [1] легко получить следующее условие сброса напряжения k -го коллекторного перехода:

$$\hat{a}_k + \frac{d}{dj} \hat{\delta}_k - m_k = 0. \quad (1)$$

Необходимо также, чтобы имело место $\frac{d}{dj} \hat{\delta}_k > 0$, если только $\hat{\delta}_k \neq 0$, т. е. если для k -го перехода существует эффективная утечка. Последнее эквивалентно наличию утечки любого типа хотя бы на одном эмиттерном переходе с номером из интервала (k, l_{\pm}) . Поэтому критерий существования участка с ОДС на ВАХ k -го перехода можно сформулировать следующим образом: для того, чтобы ВАХ k -го перехода имела участок с ОДС, необходимо и достаточно выполнение следующих соотношений:

$$\hat{\delta}_k \neq 0, \quad \hat{a}_k < m_k. \quad (2)$$

По модели МТА $l_{\pm} = (k \pm 2)$ и рекуррентность величин \hat{a}_k и $\hat{\delta}_k$ исчезает. Указанная рекуррентность отражает наличие взаимодействия между несоседними p - n -переходами МСС. Оно обусловлено перераспределением напряжения на переходах МСС за счет изменения кинетики носителей, связанного с перебросом некоторых коллекторных переходов в режим с $V_i < 1$ и $R_i < 0$.

Необходимо подчеркнуть, что индексы l_{\pm} с увеличением плотности тока могут увеличиваться в связи с асимметрией МСС. Следовательно область распространения взаимодействия между переходами с ростом тока может расширяться. Причиной этого является тот

факт, что с ростом тока возрастает число коллекторных переходов, работающих в режиме $V_i < 1$, $R_i < 0$. Легко видеть, что при всех токах имеют место неравенства

$$\delta_k \leq \hat{\delta}_k, \alpha_k \geq \hat{\alpha}_k. \quad (3)$$

Если из системы уравнений (1), (2) работы [1] и из (1) исключить $V_k(j)$, получим уравнение относительно плотности тока j . Нетрудно доказать, что при условии (2) это уравнение будет иметь положительное решение $j_{k\text{ ср}}$, такое, что функция $V_k(j)$ при $j = j_{k\text{ ср}}$ достигает своего максимального значения.

Из соотношений (2) и (3) вытекает, что учет взаимодействия между несоседними переходами МСС может привести как к количественному, так и к качественному изменению ВАХ коллекторных переходов МСС. Качественные изменения могут быть двух типов. 1) Участок ОДС на ВАХ k -го коллекторного перехода может образоваться и при отсутствии локальных причин обратной связи (т. е. при $\delta_k = 0$), так как $\hat{\delta}_k$ может быть отличным от нуля и при $\delta_k = 0$. 2) Как следует из (2), при $\alpha_k > 0$ для формирования участка с ОДС лавинное умножение является необходимым, если не учитывать взаимодействия между переходами. В то же время ясно, что $\hat{\alpha}_k$ может быть отрицательным, т. е. ОДС может образоваться и без лавинного умножения носителей тока.

ВАХ k -го коллектора при $V_k \gg 1$ для различных механизмов приведена в таблице, где функция $\varphi_k(j) \equiv \hat{\alpha}_k j + \hat{\delta}_k$ легко определяется

Таблица		
$V_k(j)$	Тип перехода	Механизм образования ОДС
$m_k^{-1} [\varphi_k(j)]$	резкий, диффузионный	лавинный
$r_k \varphi_k(j)$	резкий, диффузионный	омический
$(\varphi_k/i_k^*)^{b_k}$	$b_k = \begin{cases} 2, \text{ если } k\text{-й переход резкий} \\ 3, \text{ если } k\text{-й переход диффузионный} \end{cases}$	тепловой
$[2\varphi_k / (i_k^* + \sqrt{i_k^{*2} + 4\varphi_k/r_k})]^2$	резкий	омический и тепловой

из уравнений (1) и (2) работы [1] при заданных значениях l_- и l_+ . Ток сброса напряжения зависит линейно от коэффициента рекомбинации в первом случае и квадратично — в остальных. Для напряжения сброса зависимость является логарифмической в первом случае, квадратичной во втором, степенной с показателем $2b_k$ — в третьем и степенной с показателем 4 — в четвертом.

Таким образом можно заключить, что эффект взаимодействия между пространственно разделенными частями МСС является суще-

ственным, а его учет — необходимым при исследовании задачи токо-прохождения через МСС.

Выражаем глубокую благодарность проф. Г. М. Авакьянцу за руководство работой.

Институт радиопизики и электроники
АН АрмССР

Поступила 12.I.1977,

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. М. Авакьянц, Г. С. Караян, А. А. Джереджян. Изв. АН АрмССР, Физика, 9, 402 (1974).
2. Г. С. Караян. Кандидатская диссертация, Ереван, 1976.
3. Г. С. Караян, А. А. Джереджян. ДАН АрмССР, 58, 151 (1974).

ԲԱԶՄԱՇԵՐՏ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ ՀԱԿՍՈԱԿ ՇԵՂՎԱԾ ԱՆՑՈՒՄՆԵՐԻ ԼԱՐՄԱՆ ԽՁՄԱՆ ՉԱՓԱՆԻՇԸ

Հ. Հ. ԶԵՐԵՋՅԱՆ, Հ. Ս. ՂԱՐԱՅԱՆ

Հաշվի առնելով բազմաշերտ կառուցվածքի ոչ հարևան անցումների միջև փոխազդեցու-թյունը, ընդհանուր դեպքում ստացված է կոլեկտորների լարման խզման շափանիչ ստատիկ ածիմում:

VOLTAGE CUTOFF CRITERION OF REVERSAL JUNCTIONS OF MULTILAYER STRUCTURES

H. H. JEREJYAN, H. S. KARAYAN

Taking into account the interactions between multilayer nonneighbouring junctions, a criterion of voltage cutoff on the collector junction in general case has been determined in the static regime.