

Секция 5

ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

УДК 546.28

СКОРОСТЬ НАСЫЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ

канд. физ.-мат. наук, ст. преп. В.В. Черный

Белорусский национальный технический университет

Скорость насыщения электронов v_{ex} является важным параметром полевых транзисторов, ограничивающим их быстродействие. Она определяется [1] с помощью измерений так называемого остаточного сопротивления R_r . Однако в дополнение к ним необходимо произвести несколько измерений, позволяющих определить необходимое для анализа значение сопротивления истока (или стока). Тот факт, что таких измерений несколько, приводит к снижению точности, с которой определяются указанные сопротивления, а соответственно и дрейфовая скорость. В данной работе для определения отмеченных сопротивлений использовался предложенный в работе [2] метод, позволяющий определить требуемые сопротивления из результатов только одного дополнительного измерения.

Соответствующие измерения [1, 2] проводились на арсенидгаллиевых полевых транзисторах АП-343-А2 с затвором Шоттки и каналом n -типа. Из полученных данных в соответствии с моделью, предложенной в [1], определялся необходимый для анализа безразмерный параметр α . Соотношение между исследуемыми величинами имеет вид

$$R_r = \frac{U_{ds}}{I_g} = \alpha(i)R_{ch} + R_s,$$

где R_r , U_{ds} , I_g , i , R_{ch} , R_s – соответственно остаточное сопротивление, напряжение сток – исток, ток затвора, приведенный ток затвора, сопротивление канала, сопротивление истока (для случая с «плавающим» стоком).

Далее анализировалась зависимость параметра α от приведенного напряжения между стоком и истоком

$$U_{dsr} = U_{ds} - I_g R_s.$$

При малых значениях U_{dsr} экспериментальная зависимость α от U_{dsr} хорошо согласовывалась с полученной в [1] теоретической: значение α монотонно уменьшалось с ростом U_{dsr} . Это связано с сужением области пространственного заряда в канале при увеличении прямого напряжения на барьере Шоттки. Однако при дальнейшем росте U_{dsr} величина α резко возрастала. Данный рост α имеет место, когда падение напряжения U_{dsr} становится сравнимым с величиной произведения $E_{ex} \cdot L_{ef}$, где E_{ex} – напряженность поля, при которой скорость электронов насыщается, L_{ef} – эффективная длина части канала, в которой протекает ток затвора. Последняя величина принималась равной ширине затвора.

Насыщение скорости электронов на данном участке канала приводит к росту R_r , а следовательно, к увеличению измеряемого значения α . Величину можно оценить из соотношения

$$E_{ex} = (U_{dsr})_{\min} / (\alpha_{\min} \cdot L),$$

где α_{\min} – минимальное значение α , а $(U_{dsr})_{\min}$ – соответствующее значение U_{dsr} . При тех же значениях напряженности поля возникает расхождение между зависимостями напряженности электрического поля от U_{dsr} , полученными из результатов эксперимента и расчетными.

Для определения v_{ex} необходимо также знать величину подвижности μ . Она определялась по методу, предложенному в работе [3]. Данный метод представляет собой усовершенствование метода, предложенного первоначально в работах [1, 4]. Величина подвижности для исследованных транзисторов оказалась в интервале 2200-2400 $\text{см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$. Далее использовалось известное соотношение

$$v_{ex} = \mu \cdot E_{ex},$$

из которого и определяются v_{ex} .

Выполненный таким образом комплекс измерений позволил определить v_{ex} с большей точностью. Величина v_{ex} оказалась в интервале от $1,0 \cdot 10^5$ до $1,2 \cdot 10^5$ м/с.

Использованные источники

1. Шур, М. Современные приборы на основе арсенида галлия. – М.: Мир, 1991. – 632 с.
2. Holstrom, P.R., Bloss, W.L., Chi, J.Y. // IEE EDL. – 1986. – V.7. – P.410-412.
3. Черный, В.В. Материалы международной научно-технической конференции. Том 1. – Мн.: Технопринт, 2002. – С. 369-371.
4. Lee, K. [et al.] // IEEE Trans., 1984. – ED-31 (3). – P. 390-393.