

УДК 621.382.323

О фоточувствительности полевых транзисторов с p – n -переходом на основе Pb–Sn–Te

Ю. А. Абрамян, В. И. Сераго

Институт радиофизики и электроники АН Армении, Ереван, Армения

В. И. Стафеев

Государственное унитарное предприятие «НПО «Орион»», Москва, Россия

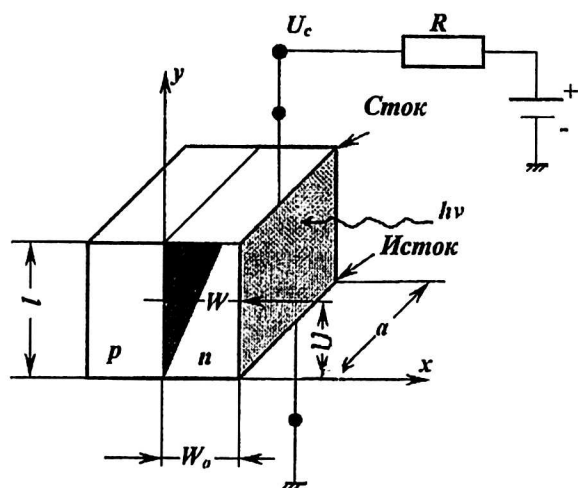
Проведен анализ фоточувствительности полевых транзисторов с изолированным затвором. Показано, что она возрастает пропорционально смещению на затворе в степени $1/2$ и убывает пропорционально падающей на затворный p – n -переход мощности излучения.

Полевой транзистор с изолированным затвором [1] — двухэлектродный фоточувствительный полупроводниковый прибор. Фоточувствительность в нем связана с уменьшением при освещении области пространственного заря-

да p - n -перехода, приводящего к расширению ширины канала, т. е. к уменьшению сопротивления между стоком и истоком.

В [1] показано, что такие фототранзисторы могут обладать высокой чувствительностью и высокой обнаружительной способностью. В фототранзисторе на основе $Pb_{0,78}Sn_{0,22}Te$ при температуре жидкого азота в области волн 8—14 мкм ампер-ваттная чувствительность превышает несколько десятков ампер-ватт при обнаружительной способности $D^* \sim 5 \cdot 10^{10}$ смГц^{1/2}·Вт⁻¹.

В настоящей работе проведен анализ фоточувствительности полевых фототранзисторов с p - n -переходом в качестве изолированного затвора. На рисунке представлены принятая для расчета структура и схема включения анализируемого фототранзистора. Для определенности принято, что канал n -типа проводимости, причем концентрация носителей в нем n много меньше концентрации в p -области. В этом случае слой объемного заряда практически полностью расположен в n -области, т. е. в канале.



Структура и схема включения полевого фототранзистора с изолированным затвором

При малой ширине канала изменение слоя объемного заряда существенно на нее влияет и влияет, соответственно, на сопротивление цепи сток—исток. Ток сток—исток протекает вдоль p - n -перехода. Он создает падение напряжения в канале U , что приводит к изменению напряжения на p - n -переходе U_{pn} , изменяет ширину слоя объемного заряда W и сопротивление канала. Поэтому вольт-амперная характеристика (ВАХ) сток—исток сублинейна.

Освещение из области собственного поглощения приводит к появлению на p - n -переходе фотоЭДС — ϕ , смещающей его в пропускном направлении.

$$\phi = \frac{kT}{q} \ln \left(\frac{I_{\phi}}{I_S} + 1 \right);$$

$$I_{\phi} = \frac{qP\eta}{h\nu},$$

где I_S — ток насыщения p - n -перехода;

P — мощность падающего на p - n -переход освещения;

η — квантовая эффективность;

$h\nu$ — энергия кванта.

Величина тока сток—исток

$$I_c = q\mu_n n W a \frac{dU}{dy}, \quad (1)$$

где μ_n — подвижность электронов в канале.

Толщина слоя объемного заряда

$$W = W_0 - \sqrt{\frac{2\varepsilon(U_{pn} + \varphi_K)}{qn}},$$

где φ_K — контактная разность потенциалов.

Интегрируя (1) в пределах: y от 0 до l и U от 0 до U_c , получим

$$I_c = \frac{q\mu_n a n}{l} \left\{ W_0 U_c - \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2\varepsilon}{qn}} \left[(U_c + \varphi_K - \varphi)^{3/2} - (\varphi_K - \varphi)^{3/2} \right] \right\}. \quad (2)$$

Ампер-ваттная чувствительность

$$S_l = \frac{dI_c}{dP} = \frac{kT\mu_n a I_S}{\eta l \left(P + \frac{h\nu I_S}{q\eta} \right)} \left[\sqrt{U_c + \varphi_K - \varphi} - \sqrt{\varphi_K - \varphi} \right]. \quad (3)$$

Таким образом, из (2) следует сублинейность ВАХ сток—исток. Фоточувствительность согласно (3) возрастает с ростом смещения, причем при $U_c \gg \varphi_K - \varphi$ пропорционально $\sqrt{U_c}$. Поскольку практически всегда $\varphi \ll \varphi_K$, то ампер-ваттная чувствительность с ростом освещенности убывает обратно пропорционально падающей на p — n -переход мощности излучения.

Полученные выше закономерности практически совпадают с экспериментально полученными*.

В этом анализе не была учтена возможная прямая зависимость от освещения крутизны характеристики полевого транзистора.

Analysis of Pb—Sn—Te p — n -junction FET photosensitivity

Yu. A. Abramian, V. I. Serago

Institute of Radiophysics and Electronics of Armenian Academy of Science, Erevan, Armenian

V. I. Stafeev

State Unitary Enterprise «RD&P Center "Orion"», Moscow, Russia

Photosensitivity of Pb—Se—Te p — n -junction FET with isolated grid has been analyzed. Photosensitivity is proportional to square root of grid bias voltage and inversely proportional to power of IR radiation incident to p — n -junction.

* Абрамян Ю. А., Папазян К. З. // ФТП. 1989. Т. 23. В. 8. С. 1486—1491.