

П. С. Серебrennikov (Мытищи, МГУЛ). **Расчет темнового шума фотоприемников с квантовыми точками.**

Фотоприемники на основе сверхрешеток (СР) и квантовых точек (КТ) реализуют идею создания приборов с конструируемым энергетическим спектром. В отличие от СР КТ, например, нанокластеры Ge в Si поглощают нормально падающее излучение. Последние достижения нанотехнологии, в особенности, открытие эффекта самоорганизации полупроводниковых наноструктур в гетероэпитаксиальных полупроводниковых системах делают очень актуальной тему исследования фотоприемников на основе нульмерных гетеросистем — квантовых точек. В работе, представленной данным сообщением, на основе ранее полученного энергетического спектра нанокластера в виде таблетки проведен анализ темнового тока и его флуктуаций в меза-структуре со слоями КТ [1]. Темновой ток при малых напряжениях пропорционален приложенному напряжению (омический участок), а затем выходит на квадратичный участок ($I \sim V^2$). Этот участок определяется инжекцией дырок с контакта, которая ограничивается зарядом дырок, захваченных на уровни в КТ. Генерационно-рекомбинационные шумы токов инжекции на квадратичном участке ВАХ подробно рассмотрены в работе [2]. На основе этой работы проанализированы темновые шумы фотоприемника на основе КТ. Зависимость темнового шума от температуры имеет активационный характер с энергией активации, приблизительно равной половине энергии ионизации основного уровня. Поскольку энергетический спектр зависит от геометрических размеров КТ, темновой шум также является разным для КТ разных размеров. При увеличении как высоты нанокластера, так и его латеральных размеров энергия ионизации основного уровня увеличивается, что определяет более сильную зависимость темнового шума от температуры. В таблице приведены результаты расчета темнового тока и его флуктуаций для КТ разных размеров.

Таблица. Темновой ток, темновой шум фотоприемников с квантовыми точками разных размеров

h нм	E мэВ	I мэВ	λ мкм	I_d Асм $^{-2}$	I_n рАГц $^{-1/2}$
1	344,32	205,68	6,03	1,08	579,6
1,5	237,5	312,5	3,97	$1,5 \cdot 10^{-2}$	68,3
4,5	58,42	491,58	2,52	$1,16 \cdot 10^{-5}$	1,9
9	26,52	523,48	2,37	$3,25 \cdot 10^{-6}$	1,0

В первом столбце дана высота цилиндрического нанокластера, во втором и третьем — энергия основного состояния над дном квантовой ямы и энергия ионизации, в четвертом — пороговая длина волны фотоионизации, в пятом и шестом соответственно — плотность темнового тока и спектральная плотность его флуктуаций. Из таблицы видна сильная зависимость темнового тока и его флуктуаций от энергетического спектра КТ, который определяется размерами КТ.

В расчете принято $T = 300$ К, $V = 0,5$ В, $S = 1,5 \times 1,5$ мм 2 , $\mu_p = 150$ см 2 В $^{-1}$ с $^{-1}$, $\tau_p = 10^{-9}$ с [1], радиус нанокластера 7 нм, разрыв верха валентной зоны при переходе от Ge к Si 0,55 эВ, эффективные массы дырок в германии и кремнии 0,3 и 0,5 m_0 соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пчеляков О. П., Болховитянов Ю. Б., Двуреченский А. В., Соколов Л. В., Никифоров А. И., Якимов А. И., Фойхтлендер Б. Кремний-германиевые наноструктуры с квантовыми точками: механизмы образования и электрические свойства. — Физика и техника полупроводников, 2000, т. 34, в. 11, с. 1281–1297.
2. Залетаев Н. Б., Серебrennikov П. С., Стафеев В. И. О генерационно-рекомбинационных шумах при биполярной инжекции в полуизолятор. — Физика и техника полупроводников, 1982, т. 16, в. 2, с. 324–330.