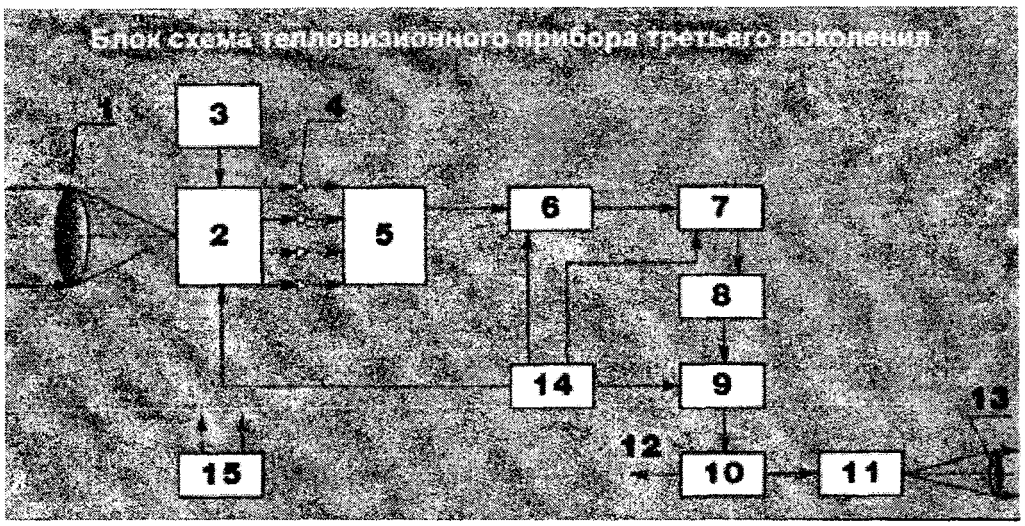

Рис. 1. Блок-схема тепловизионного прибора третьего поколения

Таким образом, можно выделить следующие существенные преимущества данной системы: возможность осуществления мгновенного теплового сканирования, проведение непрерывного теплового анализа объекта, наличие цифровой обработки изображения в реальном масштабе времени, удобство анализа и хранения результатов, и как итог – возможность применения устройства в различных областях человеческой деятельности.

Литература

1. Кощавцев, Н.Ф. Состояние и перспективы развития техники ночного видения. Н.Ф. Кощавцев, С.Ф. Федотова// Прикладная физика, 1999. – Вып. 2. –С. 141–145.

2. CIRTEVS. CompactInfra Red Television System. Проспект фирмы Gruppo Agusta, Италия, 1997.

ВЛИЯНИЕ ГЛУБОКИХ МНОГОЗАРЯДНЫХ ПРИМЕСЕЙ НА МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ФОТОДЕТЕКТОРОВ

Гусев О.К., Шадурская Л.И., Яржембицкая Н.В.

Белорусский национальный технический университет

Полупроводники с глубокими многозарядными примесями и структуры на их основе используются для создания ИК-приборов и систем обнаружения, для волоконно-оптических линий связи [1]. Метрологические характеристики фотоэлектрических преобразователей на основе полупроводников с многозарядными примесями определяются в основном характером рекомбинационных процессов.

На рис. 1 представлены рассчитанные согласно [2] зависимости времени жизни электронов τ_n и дырок τ_p от плотности мощности излучения P для фотоприемника, изготовленного из германия, легированного медью, а также расчетная зависимость неравновесной стационарной функции заполнения центра F от P. Расчет проведен для германия n-типа, легированного медью, обладающего следующими значениями параметров: равновесная концентрация свободных электронов $n_0 = 5\cdot10^{13}$ см$^{-3}$, концентрация дефектов $N = 10^{13}$ см$^{-3}$, энергия ионизации уровня примеси $E = E_c - 0{,}26$, $T = 100$ K, коэффициенты захвата электронов и дырок на центр соответственно $\gamma_n = 4.1\cdot10^{-13}$ см$^3\cdot$с$^{-1}$, $\gamma_p = 1.44\cdot10^{-9}$ см$^3\cdot$с$^{-1}$. На рис. 1 показаны две области линейной рекомбинации, т.е. постоянства τ_n, τ_p при низких и

при высоких плотностях мощности излучения.

На основе неравновесной стационарной статистики рекомбинации получены аналитические выражения, определяющие диапазоны соответствия энергетической характеристики фотоприемников с глубокими примесями линейному закону (участку) работы не только при низких ($P<P_н$) [3], но и при высоких ($P>P_в$) плотностях мощности излучения:

$$P_н = \frac{\Delta n_н}{\hbar c \cdot \lambda \cdot \beta \cdot \tau(\Delta n_н)\alpha},$$

$$P_в = \frac{\Delta n_в}{\hbar c \cdot \lambda \cdot \beta \cdot \tau(\Delta n_в) \cdot \alpha},$$

где β – квантовый выход внутреннего фотоэффекта, ħ – постоянная Планка, c – скорость света, $\Delta n_н$ и $\Delta n_в$ определяются по формулам (3,4):

$$\Delta n_н = \frac{\pm 0{,}5\left((1-A)Nf_0(1 \pm 0{,}5) + n_0 + (1-A)p_1\right)}{1-(1 \pm 0{,}5)Af_0},$$

$$\Delta n_в = \frac{1}{(1 \pm 0.5)}\left(n_0 + p_1\frac{(1-A)}{A}\right) - (1-A)\left(A(1 \pm 0.5)N - p_0 - Nf_0 + p_1 + \frac{A}{1-A}(n_0 + n_1)\right),$$

где $A = 1 + \frac{\gamma_p}{\gamma_n}$.

Анализ зависимостей границ линейности характеристик фотоприемников от концентрации акцепторной примеси показывает, что границами диапазонов линейности энергетической характеристики фотоприемников с глубокими примесями $P_н$ и $P_в$ можно управлять, меняя концентрацию глубокой акцепторной примеси.

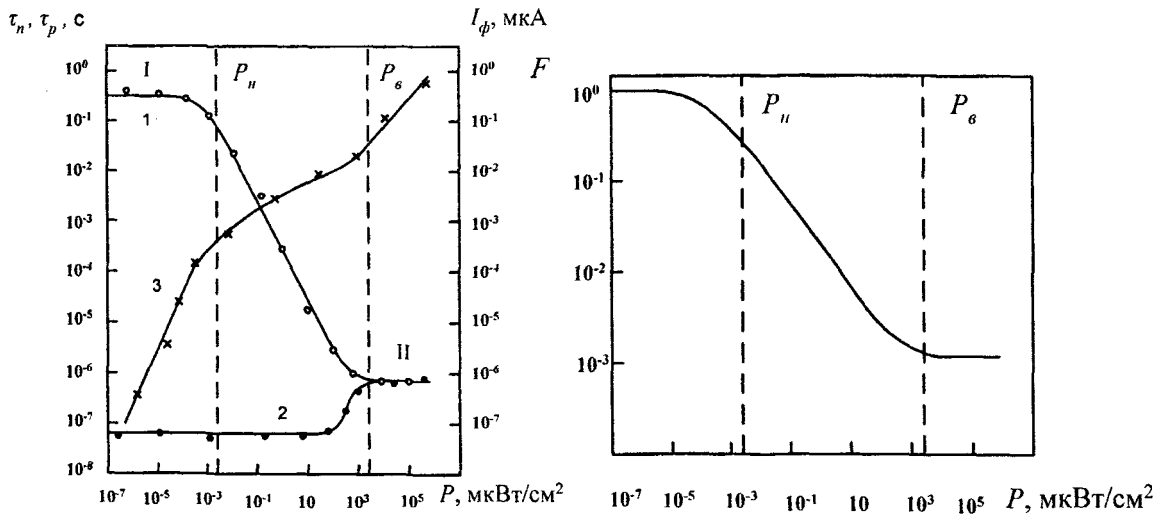

Рис. 1. Экспериментальные и расчетные зависимости времени жизни основных τ_n и неосновных τ_p носителей заряда, фототока $I_ф$ и вероятности заполнения центра F от плотности мощности излучения P в германии n-типа, легированном медью:

(а) - 1 - τ_n; 2 - τ_p; (б) - F

Полученные результаты могут быть использованы при разработке конструкции и технологии изготовления широкодиапазонных фотоприемников на основе полупроводников с глубокими многозарядными примесями, обладающих линейной энергетической

зависимостью выходного сигнала в заданных диапазонах плотностях мощности излучения.

Литература

1. Арутюнов, В.А. Перспективы разработок монолитных охлаждаемых матричных ИК-приборов для комплексированных многоспектральных систем обнаружения в диапазонах 1,5 – 5 и 8 – 12 мкм / В.А. Арутюнов, [и др.]// Прикладная физика. – 2005. – Вып. 5. - С. 84 – 91.

2. Шадурская, Л.И. Методика расчета времени жизни неравновесных носителей заряда в полупроводниках с несколькими типами дефектов / Л.И. Шадурская, Н.В. Яржембицкая // Теоретическая и прикладная механика: межвед. сб. научн. статей. – Минск, 2005. – Вып. 18. – С. 217–223.

3. Приемники излучения полупроводниковые. Фотоэлектрические и фотоприемные устройства: ГОСТ 17772-88

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ ОТ ПЛОСКОСТНОСТИ НОМИНАЛЬНО ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ПОДХОДА

Дадьков К.И.

Белорусский национальный технический университет

Наибольшая методическая составляющая неопределенности традиционных методов апланометрии обусловлена использованием вместо прилегающей плоскости близких по расположению плоскостей. В настоящее время отсутствуют универсальные методы построения прилегающей плоскости, применимые для исследования любых номинально плоских поверхностей. Задачу построения прилегающих элементов можно решить, дифференцируя поверхности по следующим признакам:

1. Вид контура, ограничивающего номинально плоскую поверхность.

2. Вид геометрической поверхности, при помощи которой можно аппроксимировать реальную номинально плоскую поверхность; при аппроксимируемой поверхности выше второго порядка рекомендуется исследуемую поверхность описать как кусочно-непрерывную при помощи бикубических сплайнов, после чего рассматривать отдельно каждую локальную область как ограниченную поверхность второго порядка.

3. Омбиличность аппроксимируемой поверхности. При помощи данного критерия определяют, является ли аппроксимируемая поверхность выпуклой, вогнутой или выпукло-вогнутой.

4. Наличие на исследуемой поверхности элементов прерывания, характер их расположения.

Предлагаемый дифференцированный подход определения уравнения прилегающей плоскости и нахождения отклонения от плоскостности применим для любых поверхностей, номинальной плоских поверхностей, аппроксимируемых произвольными поверхностями второго порядка или бикубическими сплайнами и ограниченных произвольным контуром. Проводя на стадии предварительного анализа технологических процессов оценку воспроизводимости геометрической формы аппроксимируемых поверхностей, необходимо подтвердить возможность применимости методов апланометрии, основанных на аналитическом моделировании поверхностей.

При оценке воспроизводимости геометрической формы аппроксимирующей поверхности реального профиля деталей необходимо оценить собственную и полную изменчивости гауссовой кривизны и средней кривизны аппроксимирующей поверхности в центрально расположенной на контролируемом участке точке.