

помещениях постоянного пребывания персонала и при производстве радиационно-опасных работ на ОУ. В то же время данный метод по целому ряду причин не позволяет количественно оценить уровни поступления радионуклидов в организм работающего персонала (концентрации аэрозолей в зоне работ подвержены значительным вариациям).

2. Усовершенствована формула для расчета суммарной альфа- и бета-активности с помощью корректировки коэффициентов мощности эффективной дозы в зависимости от характеристики работ.

3. Показано что эффективная доза внутреннего облучения персонала зависит от характеристики работ и применения СИЗОД.

Список литературы: 1.Монография, «Радиоактивные аэрозоли объекта «Укрытие», Огородников Б.И., Пазухин Э.М., Ключников А.А., НАН Украины, Чернобыль 2008.2.Индивидуальная дозиметрия при радиационных авариях: Монография / О.Н. Перевозников, А.А. Ключников, В.А. Канченко; Под ред. О.Н. Перевозникова.- Чернобыль: Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, 2007.- 200 с.3.Отчет НИР «Подготовка материалов по исследованиям ядерного топлива, радиационной и ядерной безопасности объекта “Укрытие” для “анализа текущей безопасности объекта “Укрытие”, Москва 2001.4.Индивидуальная дозиметрия при радиационных авариях: Монография / О.Н. Перевозников, А.А. Ключников, В.А. Канченко; Под ред. О.Н. Перевозникова.- Чернобыль: Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, 2007.- 200 с.5.Дозиметрический и радиометрический контроль при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений. (Методическое руководство); Под общей ред. В.И. Гришмановского. Т.1. Организация и методы контроля.- М.: Атомиздат, 1980.- 272 с.

Поступила в редколлегию 06.11.2011

УДК 632.985.4

М.С.СОРОКИН, канд.техн.наук, доц., ХНТУСХ им. П. Василенко, Харьков
А.В.АРХИПОВ, канд.техн.наук, снс, Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины, Харьков
Н.Г.КОСУЛИНА докт. техн. наук, проф., зав.каф., ХНТУСХ им. П. Василенко, Харьков

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОМПЛЕКСНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ДИОДА НА ЕГО РАБОТУ В ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ

В статье обосновывается воздействие комплексного сопротивления ЛПД на его работу в импульсном режиме.

Ключевые слова: ЛПД, комплексное сопротивление, импульсный генератор.

В статті обґрунтовується вплив комплексного опору ЛПД на його роботу в імпульсному режимі.

Ключові слова: ЛПД, комплексний опір, імпульсний генератор.

In the article is substantiated the impact of integrated support LPD for his work in pulsed mode.

Key words: IMATT, complex resistance, the pulse generator.

Введение

Многочисленные исследования по воздействию импульсного, информационного, электромагнитного поля на микробиологические объекты

животноводства [1,2] требуют разработки новых генераторов крайневых высокочастотного (КВЧ) диапазона. Из-за неоднородности полупроводникового материала, выпускаемые и разрабатываемые ЛПД имеют большой разброс основных параметров, а следовательно, и комплексного сопротивления. В связи с этим расчет комплексного сопротивления ЛПД приобретает необходимое значение для разработки импульсных генераторов.

Анализ предшествующих исследований

Уровень энергетических параметров, требуемых во многих применениях диапазона миллиметровых волн, составляющих десятки Вт, фактически определяют выбор между полупроводниковыми и электровакуумными приборами. Для исследования воздействия импульсных колебаний на микрообъекты животноводства требуются малогабаритные с малым потреблением энергии импульсные источники электрической энергии. Такие источники могут быть созданы на основе лавинно-пролетного диода (ЛПД).

Формирование целей статьи

Расчет комплексного сопротивления ЛПД для разработки импульсных генераторов.

Основная часть

ЛПД представляет собой многослойную полупроводниковую структуру со сложным профилем легирования. В зависимости от профиля легирования различают несколько типов ЛПД. Наиболее распространенная модель ЛПД с 4-слойной дрейфовой структурой $+ - p - n - n +$ типа.

Эквивалентная схема для такой полупроводниковой структуры ЛПД представляется последовательным соединением двух участков: слоя умножения и области дрейфа носителей, которые представлены соответственно параллельным

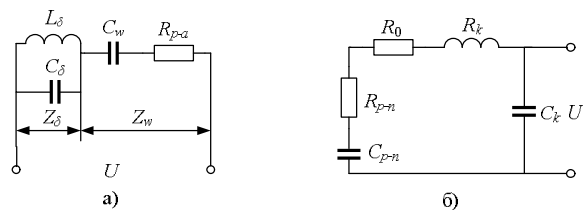


Рис. 1. Эквивалентная схема диодного промежутка (а) и диода в корпусе (б)

колебательным контуром $L_\delta C_\delta$ и последовательным соединением отрицательного сопротивления R_{p-n} и эквивалентной емкости C_w . Собственная резонансная частота параллельного контура (слоя умножения) называется лавинной частотой.

$$\Omega_\lambda = (L_\delta C_\delta)^{-1/2} \quad (1)$$

Упрощенная эквивалентная схема ЛПД с учетом параметров корпуса показана на рис. 1. (б), где $(C_{p-n})^{-1} = (C_\delta)^{-1} + (C_w)^{-1}$; так как для многослойных структур $\delta/L \approx 0,1$, то $C_w = C_{p-n}$; R_s – сопротивление потерь в базе и контурах диода.

Для приведенной модели полное сопротивление $p-n$ перехода ЛПД в режиме слабого сигнала $U_0 = U_{np}$ определяется как:

$$R_{p-n} = -\frac{1}{\omega C_{p-n}} \cdot \frac{\beta^2}{1-\beta^2} \cdot \frac{1-\cos\Theta}{\Theta}, \quad (2)$$

$$X_{p-n} = \frac{1}{\omega C_{p-n}} \left(\frac{\beta^2}{1-\beta^2} \cdot \frac{\Theta - \sin\Theta}{\Theta} \cdot \frac{1}{1-\beta^2} \right), \quad (3)$$

где $\beta = \left(\frac{\Omega_\lambda}{\omega}\right)^2$;

Θ – угол пролета носителей;

$C=C_{p-n} = \varepsilon S/L$; S – площадь $p-n$ перехода.

Активное сопротивление ЛПД отрицательно при $\beta^2 < 1$. Поэтому условие $\beta^2 < 1$ определяет область режимов ЛПД по частоте $\omega > \Omega_2$ или при заданной частоте колебаний $\omega = const$ по рабочему току $J < J_x$; J_x – характеристический ток, соответствующий резонансу на частоте $\omega = \Omega_\lambda$. Ток J_x определяется для $\beta^2 = 1$ соотношением [4].

$$J_x = 0,5nCU_{np}(f/f_{np})^2/S, \quad (4)$$

где n – коэффициент, зависящий от степени неоднородности $p-n$ перехода;

$q = \frac{T}{\tau_u}$ – скважность импульса.

Как показано в [5], доминирующее влияние на нелинейные характеристики оказывает нелинейность по току. Данная нелинейность проявляется значительно раньше, чем нелинейность по напряжению. Выражения для определения сопротивления $p-n$ перехода с учетом нелинейности по току отличается от (2) и (3) заменой коэффициента β_l^2 на величину $\beta_l^2 \Phi(x)$, где:

$$\Phi(x) = \frac{2I_1(x)}{xI_0(x)}; \quad (5)$$

где $I_0(x)$ и $I_1(x)$ – модифицированные функции Бесселя нулевой и первого порядков;

$x = \frac{I_1}{I_x}$ – нормативная амплитуда первой гармоники.

Для упрощения последующих расчетов построим семейство нормированных характеристик для различных значений β_l^2 .

$$F(x) = \frac{\beta_l^2 \Phi(x)}{\frac{1 - \beta_l^2 \Phi(x)}{\beta_l^2 \Phi(x)}} = \frac{\beta_l^2 \Phi(x)(1 - \beta_l^2)}{(1 - \beta_l^2 \Phi(x)) \beta_l^2} \cdot \beta_l^2, \quad (6)$$

тогда $R_d(\omega, x)$ и $X_d(\omega, x)$ определяется как:

$$R_d(\omega, x) = F(x)R_d(\omega); \quad X_d(\omega, x) = F(x)X_d(\omega).$$

Результаты вычислений $F(x)$ приведены на рис. 2. Видим, что функция $F(x)$ для значений $\beta_l^2 = 0,24 \dots 0,59$ изменяется незначительно. Для упрощения расчетов $R_d(\omega, x)$ и $X_d(\omega, x)$ воспользуемся средней характеристикой $F(x)_{cp} / \beta_l^2 = 0,5$ (сплошная линия на рис. 2).

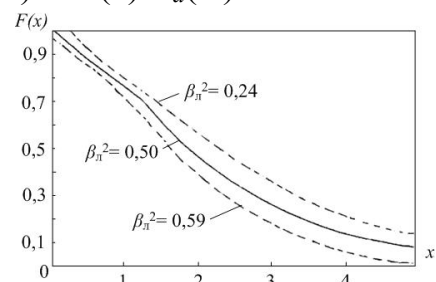


Рис. 2. Зависимость функции $F(x)$ от нормативной амплитуды внешнего сигнала

При воздействии на диод высокочастотного электромагнитного поля элементы корпуса диода создают дополнительные реактивные сопротивления, поэтому полное сопротивление определяется на основании эквивалентной схемы диода в корпусе (рис. 1 (б)).

Для определенной эквивалентной схемы полное сопротивление диода запишем в виде:

$$R_d = \frac{R_{p-n} X_{ck}}{R_{p-n}^2 + (X_{p-n} + X_{lk} - X_{ck})}, \quad (7)$$

$$X_d = \omega L_k - \frac{X_{ck} [R_{p-n}^2 + (X_{p-n} + X_{lk}) \cdot (X_{p-n} + X_{lk} - X_{ck})]}{R_{p-n}^2 + (X_{p-n} + X_{lk} - X_{ck})}, \quad (8)$$

где $X_{ck} = (\omega C_k) \cdot l$, $X_{lk} = \omega L_k$.

Таким образом, полное сопротивление диода значительно отличается от сопротивления полупроводниковой структуры за счет влияния параметров корпуса диода. Паразитные параметры C_k и L_k оказывают существенное влияние на энергетические и частотные характеристики диодного генератора.

Список литературы: 1. *Зубец М.В.* Современные аспекты криоконсервации спермы быков / М.В. Зубец, В.П. Буркат, А.А. Бегма, Л.А. Бегма // Вестник Полтавского государственного сельскохозяйственного института. – Полтава: ПГСИ, 2000. № 1. С. 123. 2. *Сорокин М. С.* Анализ возможности применения электромагнитного поля для увеличения выхода криоконсервированных спермиев / М. С. Сорокин, А. Д. Черенков, Н. Г. Косулина // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – Харків: ХНТУСГ. – 2009. – Вип. 86. – С. 70 – 72. 3. *Коцержинский Б.А.* Импульсные генераторы миллиметрового диапазона волн на лавинно-пролетных диодах / Б.А. Коцержинский, В.П. Тараненко, В.А. Трапезон // Известия вузов СССР, 1982. – Т. XX, №10. – С.56-64. 4. *Касаткин Л.В.* Полупроводниковые устройства диапазона миллиметровых волн / Касаткин Л.В., Чайка В.Е., под ред. Тараненко В.П. – Севастополь: Вебер, 2006. – 319 с. 5. *Тагер А. С.* Лавинно-проводниковые диоды и их применение в технике СВЧ / А. С. Тагер, М. В. Вальд-Перлов, – М.: Сов. Радио, 1968 – 480 с.

Поступила в редколлегию 03.11.2011

УДК 537.868.51

Л.Н. МИХАЙЛОВА, ст. преп., Подольский государственный аграрно-технический университет, Каменец-Подольский

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

Приведены результаты лечения воспалений молочной железы свиней электромагнитным излучением в производственных условиях.

Ключевые слова: воспаление молочной железы; лечение электромагнитным излучением.

Приведено результати лікування запалення молочної залози свиней електромагнітним випромінюванням у промислових умовах.

Ключові слова: запалення молочної залози; лікування електромагнітним випромінюванням.