

На рис. 1 представлены результаты моделирования явления биения для различных ситуаций.

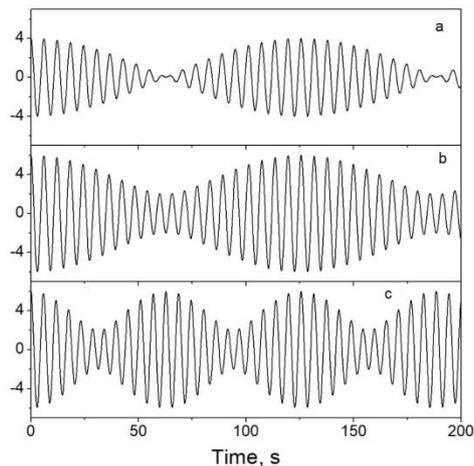


Рис. 1. Иллюстрация явления биения:  $a - A = B = 2, \omega = 1$  (рад/с),  $\Delta\omega = 0,05$ (рад/с);  $b - A = 2, B = 4, \omega = 1, \Delta\omega = 0,05$ ;  $c - A = 2, B = 4, \omega = 1, \Delta\omega = 0,1$

Для более наглядного представления сделаны анимации, из которых видно, как изменяется картина биений при варьировании амплитуд гармонических колебаний и частотного сдвига.

#### Литература

1. Савельев, И. В. Курс общей физики, том I. Механика, колебания и волны, молекулярная физика / И. В. Савельев. – Издательство «Наука», Главная редакция физ.-мат. литературы. – М., 1973. – 333 с.

УДК 546.28

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ С ЗАТВОРОМ ШОТТКИ

Студент гр.11301122 Сыманович М. П.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Черный В. В.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Полевые транзисторы с затвором Шоттки (ПТЗШ) на основе GaAs широко используются в радиотехнике на частотах до нескольких десятков ГГц [1, 2]. Этому способствует более простая и доступная технология их производства.

Усилительные свойства ПТЗШ ослабевают при увеличении так называемого паразитного сопротивления затвора  $R_s$ . Для его уменьшения используется конструкция прибора, в котором участки истока и стока выполняются утопленными [1, 2].

Таким образом, данные участки удаляются от поверхности, вблизи которой сопротивление материала оказывается повышенным. При выборе оптимальной технологии производства необходимо контролировать данный параметр.

Методы определения величины  $R_s$  и величин сопротивления канала  $R_{ch}$  и сопротивления стока  $R_d$  предложены в работах [1, 2]. Наиболее простым и доступным представляется метод, предложенный в [3]. Величина  $R_s$ , согласно данному методу, определяется по экстраполяции линейного участка на ось ординат в зависимости  $dV_{gs}/dI_d$  от обратного тока стока  $1/I_d$ .

$$dV_{gs}/dI_d = R_s + (nkT/I_d),$$

здесь  $V_{gs}$  – напряжение между затвором и истоком,  $n$  – фактор идеальности барьера Шоттки,  $k$  – постоянная Больцмана,  $T$  – температура по шкале Кельвина,  $e$  – модуль заряда электрона.

Аналогичным путем определяется сопротивление стока  $R_d$  из зависимости  $dV_{ds}/dI_d$ , от обратного тока стока  $1/I_d$ .

Кроме того, по линейному участку зависимости  $I_d$  от  $U_d$  можно определить суммарное сопротивление истока, стока и канала  $R = R_s + R_d + R_{ch}$ , где  $R_{ch}$  – сопротивление канала при отсутствии смещения на затворе. По известным  $R_s$ ,  $R_d$  и  $R$  можно определить  $R_{ch}$ .

Исследовались транзисторы, полученные путем ионной имплантации атомов кислорода в полупроводящий GaAs. Барьер Шоттки формировался путем нанесения тонкого слоя алюминия.

Для измерений была собрана схема, которая позволяла изменять постоянную и переменную составляющие напряжения на затворе и регулировать их, а также измерять постоянную и переменную составляющие тока стока. Величина производной определялась как отношение переменных составляющих напряжения  $V_{gd}$  и тока  $I_d$  или переменных составляющих напряжения  $V_{ds}$  и тока  $I_d$ . Исследовалась группа транзисторов в количестве 10.

Для обработки полученных результатов составлена программа на алгоритмическом языке Pascal ABC с использованием метода наименьших квадратов.

В результате получены следующие результаты.

Сопротивления истока находились в интервале 3,5–5,1 Ом, сопротивления стока в интервале 4,6–7,2 Ом, а сопротивления канала в интервале 2,5–4,1 Ом.

#### Литература

1. Шур, М. Современные приборы на основе арсенида галлия / М. Шур. – М.: Мир, 1991. – 632 с.
2. Полевые транзисторы на арсениде галлия / под ред. Д. В. Ди Лоренца, Д. Д. Канделуола. – М.: Радио и связь, 1988. – 496 с.
3. Holmstrom, R.P., Bloss W.L., Chi J.Y. / IEEE EDL, 1986, vol. 7, pp. 410–412.

УДК 628.941

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ РАВНОМЕРНОСТИ ОСВЕЩЕННОСТИ ОТ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ СВЕТОДИОДНОЙ МАТРИЦЕЙ И ЛИНЗОЙ

Студенты гр. 11302220 Тарасенко Т. Д., Ковалёнок И. А., Дубойский Е. В.

Кандидат техн. наук, ст. преподаватель Богдан П. С.,

кандидат техн. наук, доцент Зайцева Е. Г.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Чтобы увеличить равномерность освещенности, создаваемой светодиодами источниками, в осветительную систему можно ввести линзу Френеля. Равномерность можно оценить с использованием коэффициента  $K$  равномерности, который рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{E_{\min}}{E_{\max}}, \quad (1)$$

где  $E_{\min}$  – минимальное значение освещенности на освещаемой плоскости;  $E_{\max}$  – максимальное значение освещенности на освещаемой плоскости.

Очевидно, что коэффициент равномерности освещенности зависит от расстояния между светодиодной матрицей и линзой, а также от расстояния между световым источником и освещаемой плоскостью. Для исследования зависимости равномерности освещения от расстояния между светодиодной матрицей и линзой был проведен следующий эксперимент. Рядом с матрицей с числом светодиодов  $5 \times 10$  устанавливалась линза Френеля с фокусным расстоянием 20 см. В ходе эксперимента устанавливались расстояния между матрицей и линзой 1 см, 7 см, 12 см, 15 см, 17 см, 20 см. Расстояние между матрицей и освещаемой плоскостью во всех случаях составляло 66 см, что соответствует высоте настольной лампы. Измерения производили в точке напротив центра матрицы и на расстоянии 10 см от центра.

Результаты измерений и вычислений по формуле (1) приведены на рис. 1.

Анализ приведенных на рис. 1 диаграмм показывает некоторые отличия результатов в горизонтальном и вертикальном направлениях, возможно, вызванные погрешностью эксперимента. С увеличением расстояния между линзой и матрицей происходит падение коэффициента равномерности, причем уменьшение коэффициента равномерности по горизонтали изменяется с ростом расстояния сильнее, чем по вертикали. Из диаграмм следует, что наиболее равномерное освещение получается при расстоянии от матрицы до линзы, равном 7 см.