

Точность измерения определяется величиной искажения поля приемным устройством и степенью его взаимодействия с источником поля. Взаимодействием источника излучения с приемником можно пренебречь при значительном удалении их друг от друга. Разработана система точного позиционирования элементов ВОЛС, которая позволяет производить измерение и контроль параметров элементов оптического тракта, полупроводниковых фотоприемников и источников оптического излучения и т. д.

В состав системы входят: контроллер программируемый универсальный «Электроника К1-20»; аналого-цифровой преобразователь; высоковольтный цифро-аналоговый преобразователь; устройство ручного позиционирования; устройство точного позиционирования (УТП); узлы визуальной и звуковой индикации режимов работы системы.

Система осуществляет позиционирование двух объектов, один из которых расположен на подвижном столе УТП, а второй фиксирован. Грубое позиционирование объектов оператором производится вручную перемещением основания, на котором установлен УТП по трем линейным координатам в пределах ± 10 мм и вращением на $\pm 180^\circ$ вокруг оси. Точное совмещение осуществляется пьезоэлектрическим приводом УТП, обеспечивающим перемещение одного из объектов относительно другого по трем линейным координатам в диапазоне 100 мкм с шагом перемещения 0,2 мкм. Точное позиционирование производится путем подачи на исполнительные элементы УТП программно сформированных напряжений. Стенд для исследования параметров элементов ВОЛС позволяет осуществлять прецизионное совмещение элементов ВОЛС с целью сборки узлов с последующим измерением их параметров. Наличие микроконтроллера предоставляет возможность автоматизированного режима исследования характеристик объекта, а также предварительной обработки полученной информации с последующей выдачей на терминал или более мощную ЭВМ.

1. Андрушко Л. М., Вознесенский В. А., Панфилов И. П. Современное состояние и перспективы развития оптических интегральных схем // Зарубеж. радиоэлектроника. 1983. № 11. С. 60—72. 2. Кукичан Л. М. Физическая оптика волоконных световодов. М.: Энергия, 1979. 191 с. 3. Миrowsкий Д. И., Будагян И. Ф., Дубровин В. Ф. Микроволноводная оптика и голография. М.: Наука, 1983. 318 с.

Поступила в редколлегия 20.09.86

УДК 621.372.852.3 : 621.382.2

А. С. МАКАРЕНКО, канд. техн. наук, В. Ф. КУРИННЫЙ, студент

ФАЗОСТАБИЛЬНЫЙ АТТЕНЮАТОР СВЧ НА $p-i-n$ -ДИОДАХ

Обеспечение постоянства фазочастотной характеристики (ФЧХ) в процессе перестройки, т. е. при изменении вносимого затухания — неременное условие, которому должны удовлет-

ворять аттенюаторы, используемые в двухканальных измерительных и поляризаационных системах СВЧ-диапазона. Изменение фазы коэффициента передачи аттенюатора на $p-i-n$ -диодах обусловлено влиянием реактивных элементов (индуктивности выводов и емкости структуры) $p-i-n$ -диодов и взаимодействием волн в результате многократных отражений. ФЧХ

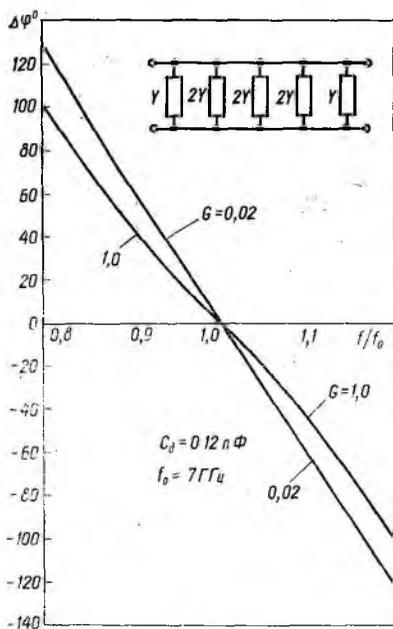


Рис. 1

в процессе перестройки теоретически остаются неизменными лишь тогда, когда мнимая и действительная части коэффициента передачи согласованного аттенюатора изменяются пропорционально. Компенсация неравномерности фазоамплитудных характеристик с помощью короткой высокоомной микрополосковой линии, включенной между диодами, приводит к ухудшению согласования и росту начальных потерь [1].

Уменьшение фазовой ошибки может быть достигнуто также отдельной компенсацией реактивностей $p-i-n$ -диодов. Для этого необходимо выбрать высоту полоскового волновода, равную толщине $p-i-n$ -структуры и компенсировать емкость диода параллельно включенным высокоомным короткозамкнутым шлейфом.

Рассмотрим согласованный аттенюатор с полужайками на концах, состоящий из нескольких цепочно включенных звеньев, каждое из которых содержит два $p-i-n$ -диода с параллельно включенными компенсирующими шлейфами, расположенными на расстоянии четверти длины волн. Элементы $[T]$ матрицы звена определяются выражениями [2]

$$T_{11} = (1 + G)(\cos \theta - B \sin \theta) + j \left[\sin \theta \left(1 + G + \frac{G^2}{2} - \frac{B^2}{2} \right) + B \cos \theta \right];$$

$$T_{12} = -T_{21} = G(\cos \theta - B \sin \theta) + j \left[\frac{1}{2} \sin \theta (G^2 - B^2) + B \cos \theta \right];$$

$$T_{22} = (1 - G)(\cos \theta - B \sin \theta) - j \left[\sin \theta \left(1 + G + \frac{G^2}{2} - \frac{B^2}{2} \right) + B \cos \theta \right],$$

где $G = \rho_0/R_{\sim}$, $B = \rho_0(\omega C_{p-i-n} - \text{ctg} \theta_{\text{шл}}/\rho_{\text{шл}})$ — нормированные активная и реактивная проводимости; R_{\sim} и C_{p-i-n} — зависящее от тока сопротивление $p-i-n$ -диода и его емкость; $\theta_{\text{шл}}$ и $\rho_{\text{шл}}$ — электрическая длина и волновое сопротивление короткозамкнутого

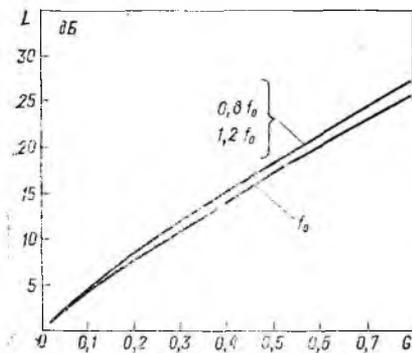


Рис. 2

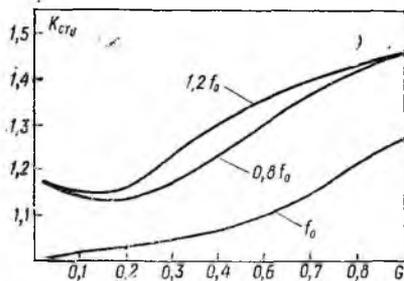


Рис. 3

шлейфа; ρ_0 — волновое сопротивление линии передачи; θ — длина отрезка линии между диодами. На средней частоте диапазона $B=0$, $\theta = \pi/2$.

Для уменьшения частотной чувствительности реактивной проводимости $\rho_{\text{шл}}$ следует брать возможно большим, однако не более 100 Ом (из конструктивных соображений).

Расчеты характеристик одного звена показали, что отклонение фазы при изменении нормированной активной проводимости в пределах от 0,02 до 1,0 не превышает 7° на краях полосы частот с перекрытием $f_{\text{max}}/f_{\text{min}}=1,5$. При этом вносимые потери изменяются в пределах $0,2 \div 8$ дБ, а $K_{\text{стн}} \leq 1,7$.

Характеристики дифференциальной фазы $\Delta\varphi = \text{arctg} \frac{\text{Im } T_{ii}}{\text{Re } T_{ii}} - n\theta$ (n — число звеньев), ослабления и $K_{\text{стн}}$ аттенюатора, содержащего четыре цепочно включенных звена, приведены на рис. 1 — 3. Вычисления проводились на ПМК «Электроника БЗ-34».

Полученные результаты свидетельствуют об эффективности рассмотренного способа компенсации фазовых ошибок аттенюаторов СВЧ диапазона.

1. Васильев А. П., Зуйков Е. С., Кочеткова Е. И., Пылакин В. А. Аттенюатор на $p-i-n$ -диодах с компенсацией неравномерности фазоамплитудных характеристик // Электрон. техника. Сер. 1. Электроника СВЧ. 1981. Вып. 12(336). С. 20—22. 2. Фельдштейн А. Л., Явич Л. Р. Синтез четырехполосников и восьмиполосников на СВЧ. М.: Связь, 1971. 388 с.

Поступила в редколлегию 24.09.86