

СВЧ АРСЕНИДГАЛЛИЕВЫЙ ПЯТИРАЗРЯДНЫЙ АТТЕНЮАТОР

Осипов А.М., Семенова Л.М.

ЗАО "НПП "Планета-Аргалл", Великий Новгород, Россия

Радченко В.В.

ФГУП "ЦНИРТИ им. академика А.И.Берга", Москва, Россия

В настоящее время большое внимание разработчиков СВЧ аппаратуры во всем мире уделяется активным фазированным антенным решеткам (АФАР). Ключевым элементом АФАР являются приемопередающие модули (ППМ), обеспечивающие управление сигналом по амплитуде и фазе. Одним из основных элементов ППМ является устройство, обеспечивающее управление сигналом по амплитуде – аттенюатор.

В докладе представлены результаты совместной работы предприятий ФГУП "ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга" и ЗАО "НПП "Планета - Аргалл".

Специалистами ФГУП "ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга" была разработана монолитная интегральная схема (МИС) 5-разрядного аттенюатора частотного диапазона 5 – 6 ГГц.

Для реализации аттенюатора на ПТШ выбрана электрическая схема с использованием коммутируемых резистивных секций. Конструкция аттенюатора представляет собой каскадное включение секций пяти разрядов, каждая из которых имеет характеристическое сопротивление 50 Ом и обеспечивает ослабление 1, 2, 4, 8 и 16 дБ соответственно. Таким образом, аттенюатор имеет 32 состояния от 0 до 31 дБ с шагом 1 дБ.

На предприятии ЗАО "НПП "Планета - Аргалл" аттенюатор был реализован в виде монолитной интегральной схемы на кристалле арсенида галлия размером 2,6 x 1,6 мм². Топология МИС ориентирована на контроль S-параметров на пластине.

Переключение секций аттенюатора осуществляется с помощью ПТШ, работающего в ключевом режиме. При этом одним из основных параметров, определяющих свойства аттенюатора являются потери при прохождении сигнала через ПТШ. Потери в ПТШ, прежде всего, связаны с конечным сопротивлением ключа: не равным нулю в открытом состоянии и не равным бесконечности в закрытом состоянии.

В рамках данной работы проводилось исследование сопротивления канала ПТШ в открытом состоянии, изготовленного на эпитаксиальной структуре типа рНЕМТ (pseudo High electron mobility transistor) и на классической эпитаксиальной структуре (ЭС) арсенида галлия типа САГ-В.

Для ПТШ, изготовленных на структурах типа рНЕМТ значение сопротивления канала ПТШ соответствует уровню порядка 3 Ом·мм, для структур типа САГ-В – порядка 2,5 Ом·мм.

При сравнительном анализе транзисторов, полученных на разных типах структур: ПТШ на ЭС типа САГ-В имеют больший ток стока, чем ПТШ на ЭС типа рНЕМТ, при одинаковом напряжении насыщения. Такие значения тока стока на ЭС типа САГ-В достигнуты за счет увеличения напряжения отсечки до 3,5 В, в отличие от ПТШ на ЭС типа рНЕМТ, для которых напряжение отсечки составляет 1,5 В.

Таким образом, для изготовления аттенюатора была выбрана классическая эпитаксиальная структура арсенида галлия. Затворы транзисторов сформированы вакуумным напылением золота с подслоем ванадия. Длина затвора порядка 0,4-0,5 мкм. Металлизация разводки формировалась вакуумным напылением золота с подслоем ванадия с последующим гальваническим осаждением золота толщиной 3 мкм. Все резисторы изготавливались в едином технологическом цикле по тонкопленочной технологии. После выполнения всех операций с лицевой стороны, производилось утонение подложки до 100 мкм и формировались сквозные металлизированные отверстия.

Измерение S-параметров проводилось на пластине специалистами ФГУП "Исток".

На рисунке 1 показано семейство характеристик во всех возможных 32 состояниях аттенюатора. Минимальные потери составляют 6 дБ во всем диапазоне частот. Максимально достижимое ослабление составляет 39 дБ. Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) – не более 1 дБ во всем частотном диапазоне. КВСН входа и выхода в рабочей полосе частот во всех 32 состояниях менее 2.

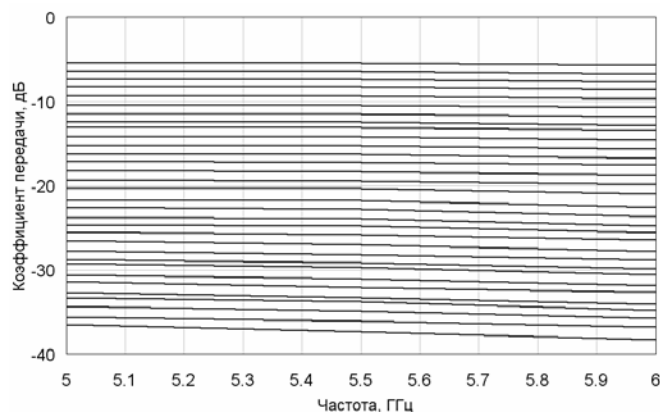


Рис. 1 Семейство характеристик коэффициента передачи аттенюатора в 32-х состояниях