

Разработка GaAs МИС малошумящего усилителя X-диапазона

В докладе представлены результаты разработки монолитной интегральной схемы малошумящего усилителя на основе 0.15 мкм GaAs pHEMT технологического процесса фабрики WIN Semiconductors (Тайвань). Рабочая полоса частот 8-12 ГГц, коэффициент усиления не менее 25 дБ с неравномерностью в рабочей полосе частот не более 1 дБ, коэффициент шума менее 1.1 дБ, коэффициенты отражения по входу и выходу не более минус 19 дБ, выходная мощность по сжатию коэффициента усиления на 1 дБ не менее 14.5 дБм, однополярное питания +5 В, ток потребления 70 мА, габаритные размеры кристалла 1.9×1.2×0.1 мм.

Ключевые слова: Монолитная интегральная схема, малошумящий усилитель, полевой транзистор с затвором Шоттки, параметры рассеяния, коэффициент шума.

В настоящее время широкое распространение получили монолитные интегральные технологии, использование которых для реализации функциональных узлов приемопередающих модулей (ППМ), включая входные усилительные каскады, позволяет добиться требуемых технических характеристик современных радиоэлектронных систем, а также их высокой повторяемости при серийном производстве.

В докладе представлены результаты разработки монолитной интегральной схемы (МИС) трехкаскадного малошумящего усилителя (МШУ) на основе 0.15 мкм GaAs pHEMT технологического процесса фабрики WIN Semiconductors, предназначенной для применения в ППМ АФАР X-диапазона частот.

Проектирование микросхемы МШУ выполнено в системе автоматизированного проектирования NI AWR Design Environment с использованием библиотеки элементов технологического процесса PL15-12 фабрики WIN Semiconductors. Активный элемент данного процесса (периферия затвора 4×75 мкм) на частоте 10 ГГц характеризуется минимальным коэффициентом шума (NFmin) и коэффициентом усиления в режиме двухстороннего согласования (Gmax) равными 0.33 дБ и 15.9 дБ соответственно.

Усилитель содержит в своем составе три каскада, каждый из которых включает транзистор с общей шириной затвора 300 мкм. Для реализации заданных коэффициента шума и согласования по входу разработка входного каскада проводилась с применением методики совмещенного согласования [1]. Промежуточный каскад обеспечивает требуемый импеданс, ощущаемый на выходе транзистора входного каскада, для выполнения условия одновременного согласования по сигналу и шуму. Критериями при разработке межкаскадной согласующей цепи между промежуточным и выходным каскадом, а также самого выходного каскада, выступали обеспечение заданного коэффициента усиления всей схемы, минимизация неравномерности коэффициента усиления, обеспечение требуемой динамики схемы и реализация согласования с трактом передачи по выходу. На заключительном этапе была проведена комплексная оптимизация параметров элементов всех каскадов усиления, в процессе которой особое внимание уделялось обеспечению абсолютной устойчивости схемы вплоть до частоты единичного усиления транзистора выбранного технологического процесса (Ft=75 ГГц).

На рисунке 1 представлена эквивалентная схема и топология разработанного МШУ, включающая в себя все согласующие цепи, а также цепи ввода и блокировки питания. Для реализации требуемого режима работы по постоянному току при одном напряжении питания в каждом каскаде использована схема автосмещения. Габаритные размеры кристалла составляют $1.9 \times 1.2 \times 0.1$ мм.

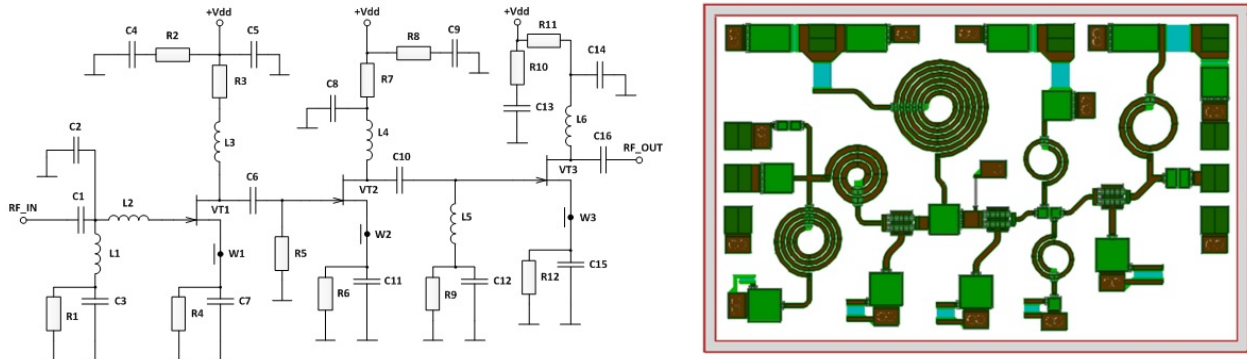


Рис. 1. Эквивалентная схема и топология МШУ.

Расчетные частотные зависимости коэффициента усиления, модулей коэффициентов отражения от входа и выхода, коэффициента шума и инвариантного коэффициента устойчивости, соответствующие режиму по постоянному току $+5$ В / 70 мА, приведены на рисунке 2.

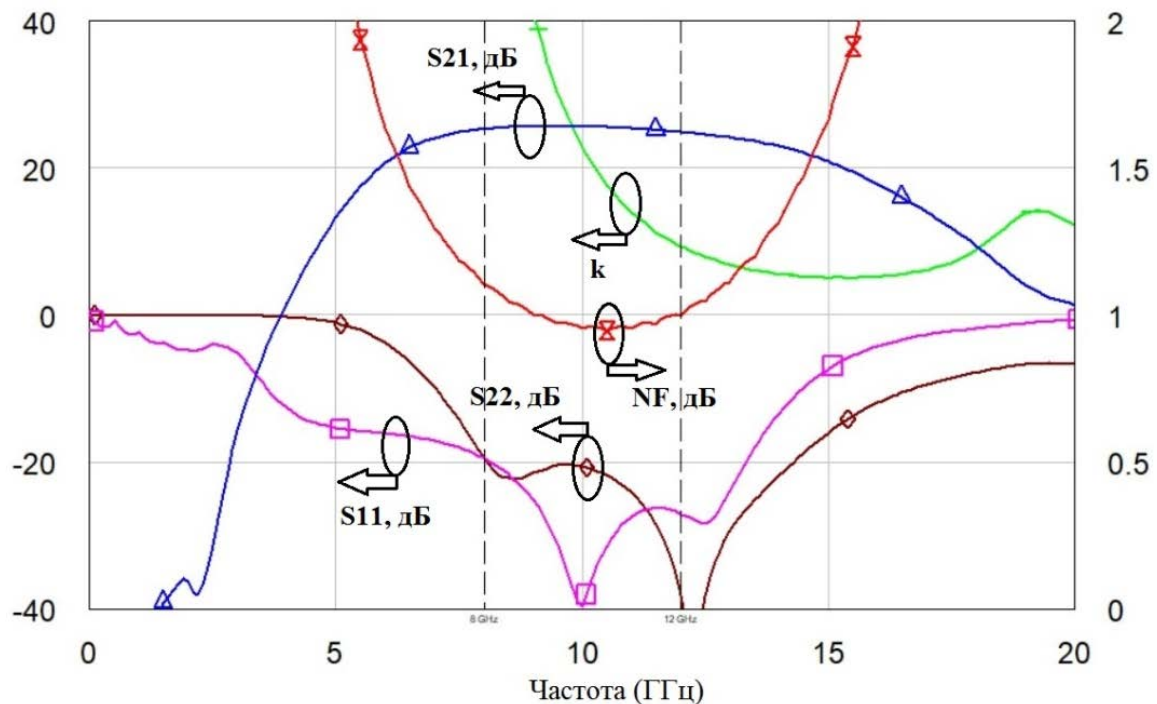


Рис. 2. Основные частотные характеристики МИС МШУ.

Помимо приведенных графиков производился расчет выходной мощности усилителя при сжатии коэффициента передачи по мощности на 1 дБ, которая в рабочей полосе составила не менее 14.5 дБм.

В результате проделанной работы была спроектирована МИС МШУ X-диапазона частот. Качество библиотеки модельных элементов используемого процесса WIN Semiconductors, проверенные в процессе предыдущих проектов подходы к проектированию, а также стабильность технологического процесса позволяют рассчитывать на удовлетворительный результат после первой итерации изготовления микросхемы.

Библиографический список

1. Текшев В.Б. Двухтранзисторный СВЧ усилитель с минимальным коэффициентом шума и согласованным входом и выходом; Вопросы радиоэлектроники. Сер. Общие вопросы радиоэлектроники – 1990. – Вып. 15 – С. 16–23.