

Исследование стойкости малошумящих усилителей на GaAs и GaN РНЕМТ транзисторах к воздействию входной СВЧ мощности.

Представлены результаты экспериментального исследования стойкости малошумящих усилителей на GaAs и GaN транзисторах к воздействию входной СВЧ мощности. Приведены измеренные СВЧ параметры.

Ключевые слова: GaAs и GaN РНЕМТ транзисторы, порог выгорания транзистора, удельная мощность, коэффициент шума.

1. Введение.

Снижение коэффициента шума современных малошумящих полевых транзисторов сопряжено с уменьшением пробивных напряжений между электродами прибора, что напрямую связано с устойчивостью к воздействию допустимой входной мощности.

Анализ справочных данных современных малошумящих транзисторов показывает значительный разброс по допустимой входной мощности для приборов одного класса GaAs РНЕМТ с размерной обработкой 0,25мкм (0 дБм NE 321000, 20 дБм для TGF4350) [1,2].

Применение GaN транзисторов во входных малошумящих усилителях привлекает тем, что их высокая стойкость к воздействию входной мощности (32-41 дБм) в сочетании с достаточно низкими собственными шумами [3,4], позволяет исключить из состава приемника защитное устройство, вносящее дополнительные потери, приводящие к росту итогового коэффициента шума приемника.

В данной работе представлены результаты экспериментального исследования порога выгорания транзистора для малошумящих усилителей, изготовленных на GaAs и GaN РНЕМТ транзисторах.

2. Основная часть.

2.1. Методика проведения испытаний

Мощность на испытуемое изделие подавалась ступенчато, начиная с 1 мВт, с шагом 0,5 дБ до выхода испытуемого изделия из строя. Для контроля целостности испытуемого изделия между ступенями подачи мощности проводился контроль коэффициента передачи в режиме малого сигнала в течение 10 секунд. Такая пауза позволяет избежать накопления тепла из-за саморазогрева изделия. Эпюры мощности приведены на Рис. 1. Кроме измерения малосигнального коэффициента усиления и выходной мощности, проводился контроль тока потребления, по резкому изменению которого фиксировался порог выгорания транзистора.

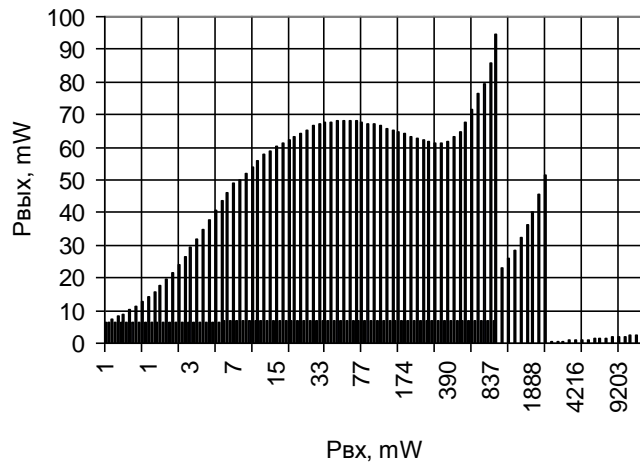


Рис. 1

Испытания проводились на выборке из 5 изделий, изготовленных на одной пластине. Величина порога выгорания определялась путем усреднения измеренных результатов.

2.2. Испытания МИС GaAs PHEMT усилителя на воздействие входной мощности.

Усилитель выполнен по схеме с общим истоком и параллельной отрицательной обратной связью для выравнивания АЧХ и снижения коэффициента отражения по входу и выходу.

В качестве активных приборов были использованы прототипы псевдоморфных полевых транзисторов (PHEMT) с шириной затвора 160 мкм, длиной 0,3-0,35 мкм, эквивалентные схемы и шумовые параметры которых были восстановлены по методике [5] и адаптированы для монолитного исполнения.

Транзистор имеет ширину затвора 320 мкм с целью получения необходимой выходной мощности, и при моделировании был представлен как два параллельно соединенных транзистора шириной 160 мкм.

Фотография кристалла усилителя размером 1,2×0,8×0,1 мм приведена на рис. 2.

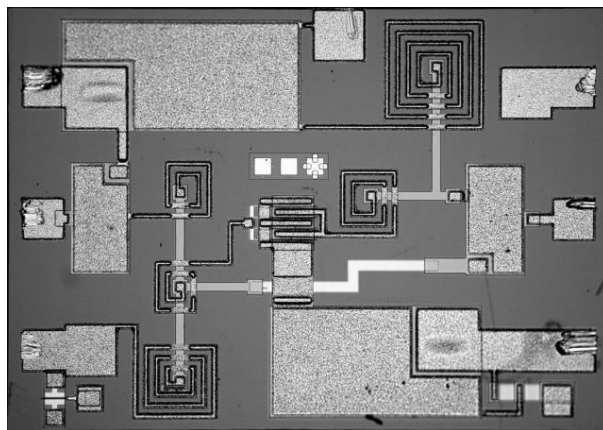


Рис. 2

Измерение СВЧ параметров проводилось на измерителе коэффициента шума Agilent N8975A.

Результаты измерения приведены на Рис 3.

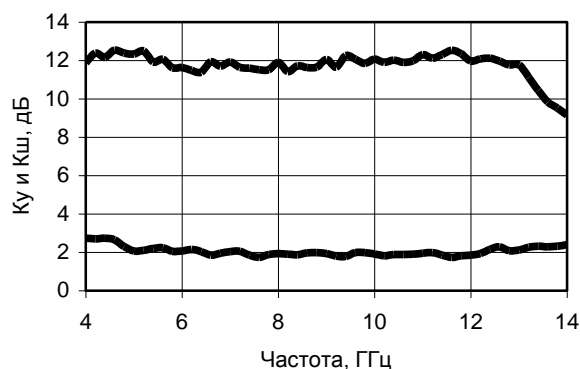


Рис. 3

Результаты испытаний усилителя приведены на Рис. 4. Порог выгорания усилителя составил 0,4-0,5 Вт, что соответствует удельной мощности 1,0-1,5 Вт/мм ширины затвора.

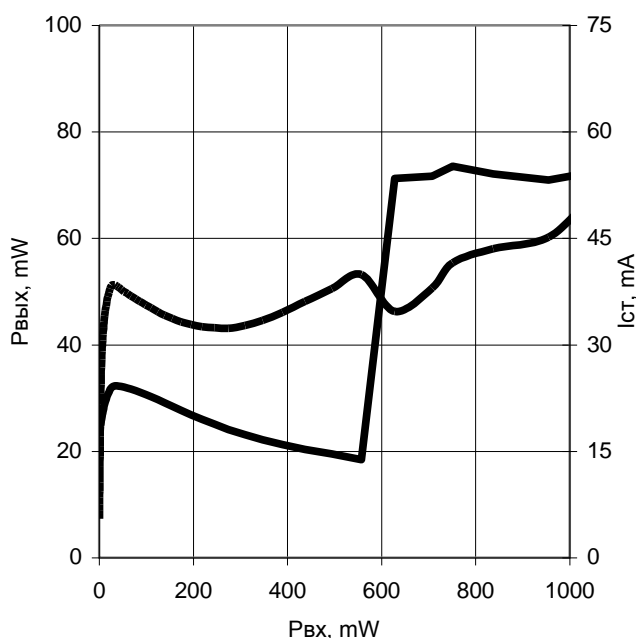


Рис. 4

2.3. Испытания усилителя на GaN PHEMT транзисторе на сапфире на воздействие входной мощности.

В качестве объекта исследований был выбран малошумящий однокаскадный усилитель на GaN PHEMT транзисторах шириной затвора 500 мкм.

Режим работы транзистора по постоянному току выбирался исходя из условий обеспечения минимального коэффициента шума ($U_{си}=7$ В, $I_{с}=105$ мА). Схема усилителя выполнена с однополярным питанием и автоматическим смещением. Для обеспечения согласования по минимальному значению коэффициента шума и КСВн в цепи истока введена отрицательная обратная связь в виде последовательной индуктивности.

Измерение СВЧ параметров проводилось на измерителе коэффициента шума Agilent N8975A.

Результаты измерения приведены на Рис 5.

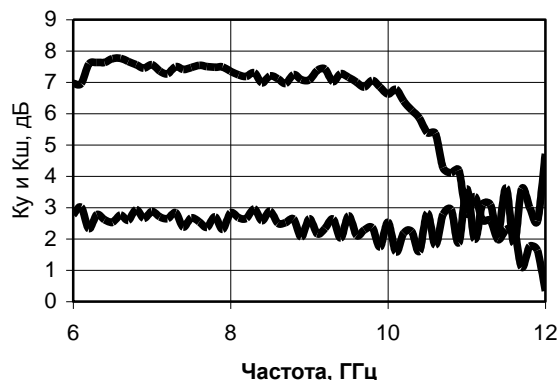


Рис. 5

Результаты испытаний усилителя приведены на Рис. 6. Порог выгорания усилителя составил 2,4-2,5 Вт, что соответствует удельной мощности 4,8-5,0 Вт/мм ширины затвора.

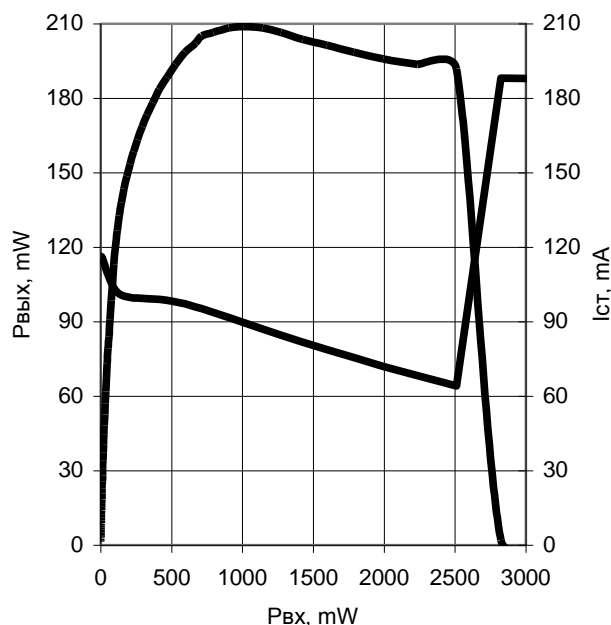


Рис. 6

2.4. Испытания усилителя на GaN PHEMT транзисторе на SiC на воздействие входной мощности.

Для оценки коэффициента шума и устойчивости к воздействию допустимой входной мощности были изготовлены маломощные однокаскадные усилители на транзисторах шириной затвора 240 мкм.

Режим работы транзистора по постоянному току выбирался исходя из условий обеспечения минимального коэффициента шума ($U_{си}=10$ В, $I_c=60$ мА). Схема усилителя выполнена с однополярным питанием и автоматическим смещением, и аналогична схеме, описанной в предыдущем разделе.

Измерение СВЧ параметров проводилось на измерителе коэффициента шума Agilent N8975A.

Результаты измерения приведены на Рис 7.

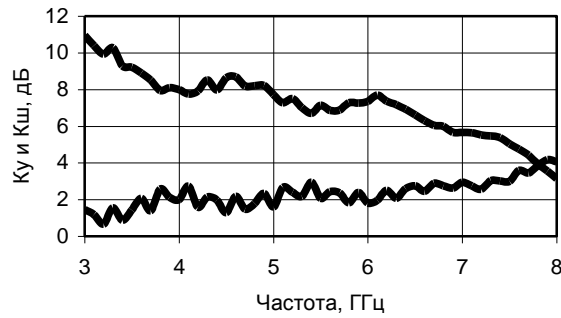


Рис. 7

Результаты испытаний усилителя приведены на Рис. 8. Порог выгорания усилителя составил 2,4-2,5 Вт, что соответствует удельной мощности 12-15 Вт/мм ширины затвора.

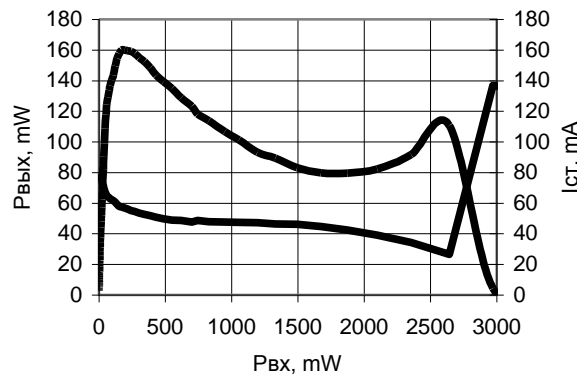


Рис. 8

3. Заключение

Результаты исследований показывают, что стойкость малошумящих усилителей на GaN PHEMT транзисторах к воздействию допустимой входной СВЧ мощности составляет 4,8-5,0 Вт/мм для подложки из сапфира и 12-15 Вт/мм для подложки из карбида кремния. В сочетании с достаточно низким коэффициентом шума (около 2 дБ) позволяет строить малошумящие усилители определенного класса без дополнительного защитного устройства.

Стойкость GaN PHEMT транзисторов к воздействию допустимой входной СВЧ мощности существенно выше, чем для GaAs PHEMT транзисторов.

Библиографический список.

- [1] Рекламные материалы фирмы NEC, 2010
- [2] Рекламные материалы фирмы TriQuint, 2010
- [3] J.P.B. Janssen, M. van Heijningen, G. Provenzano, G.C. Visser, E.Morvan, F.E. van Vliet. “X-band Robust AlGaIn/GaN ReceiverMMICs with over 41 dBm Power Handling”, CompoundSemiconductor Integrated Circuits Symposium, 2008.
- [4] A. Bettidi¹, F. Corsaro², A. Cetronio¹, A. Nanni¹, M. Peroni¹, P. Romanini¹. X-Band GaN-HEMT LNA Performance versus Robustness Trade-Off, EuMIC, 2009/
- [5] Крутов А.В., Ребров А.С. Экспериментальное восстановление эквивалентных схем и шумовых параметров GaAs и GaN PHEMT транзисторов. Материалы конференции [Севастополь, 13-17 сент. 2010г.]. Севастополь: Вебер, 2010.