

ПОБЕДА GAN-ТЕХНОЛОГИИ



GaN-технология продолжает свое победное шествие. Так, на частотах выше 3 ГГц мощные GaN-транзисторы и усилители мощности, созданные на их основе, уже давно и успешно применяются. На частотах менее 3 ГГц до недавних пор лидировали LDMOS-транзисторы, несомненными преимуществами которых были цена, простота схемы питания, а также хорошие характеристики — мощность, КПД, Ку.

При сравнительно малых мощностях (до 500 Вт) эти преимущества LDMOS-транзисторов пока сохраняются, особенно в узкополосных устройствах. Однако в мощных широкополосных устройствах GaN-транзисторы уже не имеют конкурентов, хотя у них действительно сложная схема питания [1].

Соотношение \$/Вт уже давно определилось в пользу GaN-транзисторов. И не только благодаря уменьшению массы и габаритов итогового изделия, но и в связи с тем, что стоимость GaN-транзисторов в абсолютных величинах уже практически приблизилась к стоимости LDMOS, а в некоторых случаях GaN-транзисторы даже дешевле. В основном это связано с бурным развитием самой технологии GaN-транзисторов. Но следует учесть еще и то, что GaN-транзисторы уже обслуживают два рынка — рынок узкополосных устройств и быстро растущий рынок широкополосных устройств, что, в свою очередь, приводит к увеличению серийности и пропорциональному уменьшению стоимости. А если посмотреть на самый емкий рынок, за счет которого увеличивается серийный выпуск транзисторов, — рынок компонентов для АФАР, то и там GaN-транзисторы окажутся в выигрыше, поскольку они более надежны и менее требовательны к системе обеспечения тепловых режимов, ведь рабочая температура перехода у них составляет 250 °С, что на 50 °С выше, чем у LDMOS. А с освоением технологии GaN-on-Diamond [2] температурные свойства GaN-транзисторов станут еще лучше.

Рассмотрим характеристики конкретного GaN-транзистора фирмы Microsemi — 1011GN-1200V:

- частота 1030/1090 МГц;
- выходная мощность 1200 Вт;
- рабочая температура перехода 250 °С;
- коэффициент усиления 20 дБ;

- импульс 32 мкс при 2%-ной загрузке;
- КПД 75%.

Ранее только биполярные транзисторы могли обеспечить такую мощность.

В качестве транзистора для одного из предварительных каскадов предлагается специально разработанный для радиолокации широкополосный GaN-транзистор DC35GN-15-Q4, который может быть согласован как в одном из конкретных радиолокационных диапазонов, так и во всем рабочем диапазоне. Его характеристики:

- частота DC—3,5 ГГц;
- выходная мощность 15–20 Вт;
- рабочая температура перехода 200 °С;
- коэффициент усиления 12–19 дБ;
- работа в непрерывном режиме.

Соответственно транзистор DC35GN-15-Q4, согласованный в диапазоне частот 1000–1600 МГц, уже можно использовать в качестве предварительного каскада в усилителе мощности на основе транзистора 1016GN-450V со следующими характеристиками:

- частота 1000–1600 МГц;
- выходная мощность 300–500 Вт;
- рабочая температура перехода 250 °С;
- коэффициент усиления 16–17 дБ;
- импульс 50 мкс при 5%-ной загрузке.

В скором времени ожидается появление транзистора в X-диапазоне. Его характеристики пока неизвестны, но будем надеяться, что они окажутся не хуже, чем у конкурентов, и выходная мощность приблизится к 500 Вт.



[1] С. Мишуков. Опыт применения GaN-транзисторов L-диапазона фирмы Microsemi. — Вестник электроники, № 1 (51), 2015, с. 24–26.

[2] С. Кузьмин. Тенденции развития СВЧ-электроники для широкополосных применений. — Вестник электроники, № 1 (51), 2015, с. 6–7.

