

УДК 621.382.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВЫХ СВОЙСТВ НЕИСПРАВНЫХ PIN ДИОДОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ

Пахлавонова К.Д. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н, Серегин П.С. (Университет ИТМО)

В данной работе были исследованы характеристики высокочастотных силовых радиочастотных PIN диодов. Проведен сравнительный анализ полностью исправных и дефектных диодов с позиции радиочастотных шумов. Исследование шумовых процессов и их связь с дефектами диодов может улучшить самодиагностику и безопасность различных радиочастотных устройств, например магнитно-резонансных томографов.

Введение. Переключение сигналов в радиочастотных (РЧ) трактах является их важнейшей функцией. Существует несколько вариантов твердотельных устройств, которые можно использовать для переключения РЧ сигналов, например, MEMS или полевые транзисторы. Благодаря большой мощности и высокой скорости переключения PIN диоды популярны. Однако неисправности таких диодов могут приводить к существенным сбоям в РЧ трактах и приводить к ряду дефектов, например к ухудшению отношения сигнал/шум. В отечественной и зарубежной литературе отведено мало внимания неисправностям PIN диодов и их шумовым свойствам при дефектах. В данной работе экспериментально получены параметры неисправных диодов, проведен их сравнительный анализ и предложена методика проведения измерений.

Основная часть. Для проведения исследования были отобраны мощные силовые РЧ PIN диоды с неисправностями (использование которых приводит к дефектам характеристик различных РЧ систем) и полностью исправные. При проверке диодов мультиметром было выявлено 70% диодов на коротком замыкании (КЗ) и 30% работающих исправно в режиме постоянного тока, не превышающих нормальных значений. Для дальнейших исследований были использованы такие приборы, как анализатор полупроводниковых компонентов "DCA Pro", анализатор спектра фирмы Rohde&Schwarz "FPL1014" и векторный анализатор цепей "Planar Obzor TR1300/1". С помощью DCA Pro были получены вольт-амперные характеристики (ВАХ) при прямом смещении, при этом в полученных зависимостях дефектов не наблюдалось, в том числе и в группе с неисправными диодами. При снятии ВАХ при обратном смещении в группе с неисправными диодами наблюдалось протекание обратного тока от 5мкА до 50мА. Также измерены основные параметры, такие как емкость, сопротивление и индуктивность, которые были примерно одинаковыми для всех диодов. После получения ВАХ было проведено измерение шумов этих диодов с помощью анализатора спектра. Во время проведения измерений были получены частотные зависимости диодов, которые показали наличие $1/f$ - и взрывного шумов. Также было произведено сравнение шумов стабилитрона (включенного по схеме эталонного источника шума) и неисправных PIN диодов. Уровень шума стабилитрона на рабочей частоте 40 МГц при обратном смещении -24В составил -108дБм. Фоновый уровень шума (погрешность прибора и внешние шумы) были предварительно оценены и составили -150дБм. В случае же неисправного PIN диода при

увеличении обратного смещения уровень шума изменялся в пределах от -144 до -136дБм, что существенно выше фонового шума, но меньше шумов в стабилитроне.

Выводы. Экспериментально получены основные параметры PIN диодов, построены их ВАХ, определены существующие шумы. Изучение дефектов характеристик PIN диодов важны для разработки самодиагностики и диагностики катушек, которые планируются в дальнейшем на основании полученных экспериментальных данных.