

УДК 621.316

ОГРАНИЧИТЕЛЬ СВЧ-МОЩНОСТИ НА ДИОДАХ ГАННА

К. т. н. Ю. Н. Лаврич, д. ф.-м. н. С. В. Плаксин, Л. М. Погорелая

Институт транспортных систем и технологий НАНУ
Украина, г. Днепропетровск
lavrich@westa-inter.com

Разработан ограничитель СВЧ-мощности, использующий физические механизмы в диодах Ганна, обеспечивающий эффективное ограничение высоких и прохождение низких уровней мощности СВЧ-сигналов.

Ключевые слова: СВЧ-мощность, диод Ганна, нелинейный элемент.

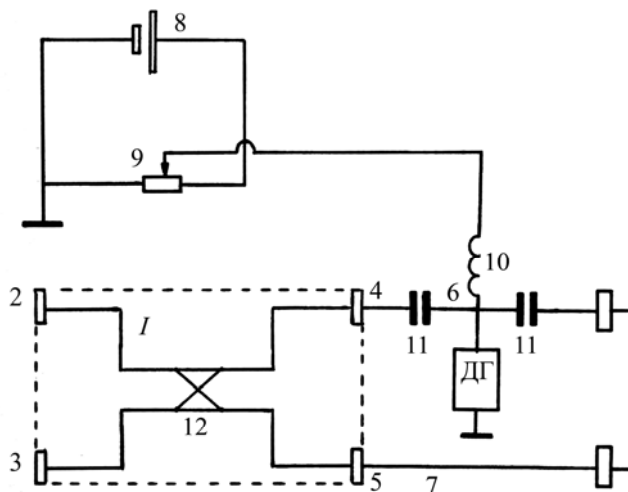
Применение в качестве ограничителей мощности СВЧ-сигналов газоразрядных СВЧ-приборов, полупроводниковых диодных структур, ферритовых элементов и др., не позволяет устранить влияние времени срабатывания, температурного воздействия [1], диапазона частот, противоречия между временем срабатывания и допустимой падающей СВЧ-мощностью [2]. Используемые для этих целей $p-n$ - и $p-i-n$ -диоды обладают тем существенным недостатком, что ограничители, построенные на их основе, имеют значительные потери при передаче малых уровней СВЧ-мощности ввиду высокой рассеиваемой мощности на $p-i-n$ -диодах вследствие их неполного открытия, обусловленного недостаточной величиной тока диода Шоттки [3]. В разработанной схеме эффект ограничения СВЧ-мощности, в основном, реализуется путем отражения СВЧ-сигнала от включенного в тракт нелинейного элемента, а именно – диода Ганна.

Принципиальной основой создания ограничителя СВЧ-мощности на диодах Ганна, схема которого приведена на рисунке, является характер вольт-амперной характеристики диодов, отражающий ход проводимости диодов от величины СВЧ-напряжения. Для удовлетворения одного из основных требований к ограничителю СВЧ-мощности – обеспечения минимальной величины потерь при передаче малых уровней СВЧ-сигнала – рабочую точку следует выбирать на падающем участке вольт-амперной характеристики. При этом возникает задача предотвращения спонтанного образования доменов сильного электрического поля и связанной с этим генерации, по частоте совпадающей или близкой к частоте входного сигнала, которая решается выбором длины активной области диода такой, чтобы частота осцилляций была ниже частоты отсечки волноводной линии передачи. С другой стороны, так как проводимость образца должна быть выше проводимости линии передачи в месте включения диода (условие работы «на отражение»), концентрация носителей в образце должна быть высокой, то есть в ограничителе должны быть использованы диоды, у которых произведение значений концентрации носителей и длины активной области достаточно велико.

Использованием в качестве нелинейного элемента диода Ганна достигается наименьшее время срабатывания ограничителя мощности, а разработанные для арсенида галлия основы интегральной технологии позволяют реализовать многофункциональные устройства на одном кристалле [4]. В конструкции (см. рисунок) в качестве держателя диода Ганна и согласующего четырехполосника использовался модифицированный T -мост, боковые плечи которого свернуты и замкнуты отрезком линии передачи, в разрыве которой установлен фланец с диодом Ганна. Ограничитель содержит гибридный мост I с плечами 2, 3, 4, 5. К развязанным плечам 4, 5 гибридного моста I присоединены соединенные между собой отрезки линий передачи 6 и 7. Отрезок 6 содержит диод Ганна (ДГ), установленный в точке с разницей хода в целое число длин волн до точки разветвления моста I . Напряжение смещения на диод поступает от источника напряжения 8 через переменный резистор 9 и дроссель 10. Для развязки высокочастотных цепей и источника 8 служат блокировочные конденсаторы 11. Использование волноводов обусловлено лучшими фильтрующими свойствами волноводного тракта по сравнению с коаксиальным, что особенно важно в случае малошумящего уси-

лителя. Кроме того, сам волноводный тракт, как волноводоведущая структура, менее восприимчива к воздействию большой СВЧ-мощности и имеет меньшие потери, чем коаксиальный и тем более, чем полосковый [5].

Структурная схема ограничителя СВЧ-мощности показана на рисунке. Сигнал малого уровня, поданный на вход гибридного моста I с равным делением мощности и сдвигом фаз выходных сигналов на $\pi/2$, проходит через развязанные плечи моста. Сигналы, отраженные от диода Ганна в направлении плеча 2, равные по амплитуде как отразившиеся от одного и того же диода Ганна, и про-



Структурная схема ограничителя СВЧ-мощности

тивоположные по фазе как отразившиеся от развязного плеча 3 и приобретшие дополнительный сдвиг по фазе на $\pi/2$ на элементе связи $I2$, взаимно уничтожаются, так что устройство со стороны этого входа согласовано. Сигналы же, отраженные от диода Ганна в направлении входного плеча 3, являются синфазными и складываются. Причем при малых уровнях входного сигнала волны отражаются от элемента с отрицательным сопротивлением с усилением, и суммарный сигнал в выходном плече 3 превосходит по амплитуде сигнал на входе в плече 2. Предложенная схема ограничения СВЧ-мощности обеспечивает совместимость с транзисторными структурами и позволяет эффективно управлять амплитудой СВЧ-сигнала, Она может быть использована в различных радиоэлектронных устройствах.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Максимов В. М. Основы теории устройств СВЧ.– Москва: Сайнс-Пресс, 2002.– 80 с.
2. Кручинин И. В., Орлов О. С., Шипунова А. В. Твердотельное устройство ограничения СВЧ мощности // Материалы 13-ой Международной Крымской конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо 2003).– Украина, г. Севастополь.– 2003.– С. 193–194.
3. Гасанов Л. Г., Липатов А. А., Марков В. В., Могильченко Н. А. Твердотельные устройства СВЧ в технике связи.– Москва: Радио и связь, 1988.
4. Поплавко Ю. М., Переверзева Л. П. Искусственное пьезоэлектричество в арсениде галлия // ЖТФ.– 1992.– Т. 62, Вып. 2.– С. 93–97.
5. Алыбин В. Г. Проблемы создания СВЧ-защитных устройств для радиолокации и связи // Материалы 12-ой Международной Крымской конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо 2002).– Украина, г. Севастополь.– 2002.– С. 15–22.

Yu. N. Lavrich, S.V. Plaksin, L.M. Pogorelaya
The microwave power limiter based on Gunn diodes

The microwave power limiter using physical mechanisms in the nonlinear elements such as Gunn diodes, providing effective limitation of high and propagation of low microwave power signals is developed.

Keywords: *microwave power, Gunn diode, nonlinear element.*