

двукратному увеличению частоты колебаний и резкому изменению амплитуд высших гармоник полного тока.

Литература

1. Михайлов А.И., Митин А.В., Терентьева А.И. Исследование рекомбинационной неустойчивости тока в длинных структурах на основе высокоомного GaAs // Физика и технические приложения волновых процессов: материалы IX Международной научно-технической конференции. Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та. 2010. С. 84.
2. Михайлов А.И., Митин А.В., Терентьева А.И. Исследование влияния концентрации глубоких примесных уровней на возникновение устойчивых рекомбинационных и ганновских колебаний тока в длинных высокоомных структурах $n^+n^-n^-n^+$ -GaAs // Всероссийская конференция «Микроэлектроника СВЧ». С.-Пб. СПбГЭТУ. 4-7 июня 2012: Сборник трудов конференции. Том 2. С.-Пб. 2012. С. 322-326.

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВЧ УМНОЖИТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ВЫСОКОЙ КРАТНОСТИ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВОМ ДИОДЕ

А.И. Михайлов, В.С. Тяжлов, Д.В. Григорьев

(Саратов, Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского
MikhailovAI@info.sgu.ru, GrigorievDV@bk.ru)

DEVELOPMENT AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF HIGH MULTIPLICITY MICROWAVE FREQUENCY MULTIPLIER ON SEMICONDUCTOR DIODE

A.I. Mikhailov, V.S. Tyazhlov, D.V. Grigoriev

Радиолокация уже многие десятилетия остается важнейшим техническим средством для решения как гражданских, так и военных задач. Радиолокационная станция (РЛС), как бортовая, так и стационарная представляет собой сложнейшую радиотехническую систему, в которой для обработки информационных сигналов используется большой набор частот. Для формирования этой большой сетки частот используются самые разные и электровакуумные, и твердотельные приборы и устройства – от генераторов и синхронизированных усилителей, до сложнейших схем синтезаторов частот. Одним из важнейших элементов синтезаторов (формирователей) частот являются умножители частоты, активными элементами которых чаще всего выступают полупроводниковые умножительные диоды [1]. Конкретная схема умножителя частоты в зависимости от многих факторов может строиться либо как многокаскадное устройство, состоящее из умножителей частоты с небольшой кратностью (реально – на 2 или на 3 каждый), либо как однокаскадная схема с умножением высокой кратности (больше 10) [2]. У каждого из этих способов построения конкретной схемы есть свои достоинства и недостатки, хотя нужно сказать, что схемы с высокой кратностью умножения, активно изучаемые и используемые в реальной аппаратуре в последние годы, пока все-таки имеют существенно меньшее распространение. Из литературных данных известно, что в реальных диодных умножителях частоты с выходом в сантиметровом диапазоне при коэффициенте умножения равном двум максимально достигаемый КПД составляет около 60-70 %, а при коэффициенте умножения равном трем КПД уже не превышает 40...50 %, а в умножителе частоты на восемь может достигать лишь 10...12 % [3]. Тем не менее, представляется совершенно очевидным, что потенциально умножители частоты высокой кратности должны обеспечивать меньшие шумы, меньшее энергопотребление, габариты и вес умножителю, что особенно важно, когда речь идет о бортовых системах.

В данном докладе приводятся результаты разработки и экспериментального исследования умножителя частоты СВЧ диапазона с кратностью умножения 24. В рамках работы на основе простейшей схемы диодного умножителя было проведено математическое моделирование его работы при высокой кратности умножения, выявлены потенциальные возможности по коэффициенту умножения и по наиболее доступным практическим возможностям оптимизации схемы (оптимизация сопротивления нагрузки и постоянного напряжения питания на полупроводниковом диоде). Проведен расчет размеров основных конструктивных элементов выходного фильтра, выполненного в полосковом исполнении. После конструирования и изготовления действующего макета умножителя с кратностью 24 была проведена его экспериментальная настройка и дополнительная экспериментальная оптимизация схемы. Проведенное математическое моделирование показало, что с использованием серийного СВЧ диода 2А604А максимальный КПД умножителя частоты может достигать 6,8 %. Экспериментально полученный КПД после соответствующих настроек составил 0,204 %. С учетом того, что в расчетах использовалась идеализированная модель полупроводникового диода, а также того, что экспериментально достигнутый уровень потерь выходного фильтра оказался равным примерно 10 дБ, можно считать, что теоретические и экспериментальные данные находятся в достаточно хорошем согласии.

Разработанный, сконструированный и созданный умножитель частоты использован в составе формирователя частот бортовой РЛС, который по совокупности параметров не уступает лучшим отечественным и зарубежным образцам для аналогичных систем, используемых в военной технике.

Работа выполнена при поддержке предприятия ЗАО «НПЦ «Алмаз-Фазотрон» (Саратов).

Литература

1. Манаев Е.И. Основы радиоэлектроники. 3-е изд. М.: Радио и Связь, 1990. 512 с.
2. Бруевич А.Н. Умножители частоты. М.: Советское радио, 1970. 248 с.
3. Заславский А.М. Однокаскадные умножители частоты сверхвысокой кратности на диодах с накоплением заряда для синтезаторов частот // Электронная техника. Сер. Электроника СВЧ. 1986. Вып. 3. С. 23-28.

ВЛИЯНИЕ ДИФфуЗИИ И ДИСПЕРСИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ПОДВИЖНОСТИ ЭЛЕКТРОНОВ НА ПОСТОЯННУЮ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЗАРЯДА В n-InN

С.А. Сергеев, А.И. Михайлов, О.С. Сенатов, Б.В. Сергеева

(Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского,
Ssergeev@bk.ru, MikhailovAI@info.sgu.ru, OlegX16@yandex.ru, Bsergeeva@bk.ru)

THE INFLUENCE OF DIFFUSION AND DISPERSION OF ELECTRONS DIFFERENTIAL MOBILITY ON SPACE-CHARGE WAVES PROPAGATION CONSTANT IN n-InN

S.A. Sergeev, A.I. Mikhailov, O.S. Senatov, B.V. Sergeeva

В литературе широко обсуждаются различные свойства нитридов (GaN, AlN, InN) и их соединений при использовании их в полупроводниковых приборах, в том числе и сверхвысокочастотных [1]. Нитридные приборы работают при температурах от 200°C и выше (вплоть до 500°C) при высокой плотности мощности. Нитриды обладают высокой теплопроводностью (для InN это $\approx 0,8$ Вт/(см·К)) и радиационной стойкостью [2,3]. В основном, нит-