



ПРОЕКТИРОВАНИЕ SIGE СВЧ-УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПРИЕМНО-ПЕРЕДАЮЩЕГО МОДУЛЯ

DESIGNING CORE CHIP SIGE FOR PHASED ARRAY T/R MODULES

УДК 621.38:621.3.049.774:621.382.049.77

ТИМОШЕНКОВ ВАЛЕРИЙ ПЕТРОВИЧ¹
valeri04@hotmail.com

TIMOSHENKOV VALERI P.¹
valeri04@hotmail.com

ЕФИМОВ АНДРЕЙ ГЕННАДИЕВИЧ²
radiomtu58@mail.ru

Efimov ANDREY G.²
radiomtu58@mail.ru

¹ Национальный исследовательский университет «МИЭТ»
124498, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, 1

¹ National Research University of Electronic Technology
1 Shokin Square, Zelenograd, Moscow, 124498, Russia

² Ижевский радиозавод

² Izhevsk Radio Plant

Представлена структура устройства управления фазой и амплитудой сигнала для СВЧ приемно-передающих модулей. Рассмотрены методы формирования фазовой задержки. Проведена оригинальная разработка дифференциальной схемы управления фазовой задержки и амплитуды на основе биполярных транзисторов с кремний-германиевой базой. Схемные решения для осуществления фазовой задержки основаны на использовании фильтров высокой и низкой частоты. Усиление блока управления задержкой составляет 1,5 дБ. Глубина управления амплитудой 24 дБ. Выходная линейная мощность устройства равна 5 дБм. Полный потребляемый ток составляет 158 мА при питании 5 В.

Ключевые слова: устройство управления фазой; приемно-передающий модуль; гетеропереходный биполярный транзистор; SiGe.

The structure of the Core Chip for Phased Array T/R Modules has been presented. Methods for the formation of a phase delay for X phase shifters have been considered. An original differential design of SiGe core chip for X-band has been presented. The schematic of 5 bits phase shifter and attenuator have been designed. It consists of a series number LPF and HPF filters. Gain of phase shifter is 1.5dB. Attenuator has the adjustment range from 0 to 24dB. Linear output power of the core chip is 5dBm. The total consumed current of the device is 158mA at 5V power supply.

Keywords: core chip; phased array; T/R module; SiGe; heterojunction bipolar transistor.

Улучшение эффективности СВЧ радиоприемной и локационной аппаратуры связано с повышением интеграции и улучшением массогабаритных характеристик, с повышением надежности и устойчивости к электромагнитному излучению за счет сокращения длины и количества сварных перемычек между кристаллами, улучшением повторяемости параметров и повышением унификации приемопередающей аппаратуры, повышением радиационной стойкости за счет использования широкозонных

полупроводников группы A_3B_5 . В связи с этим используют СВЧ интегрированную схему управления, позволяющую эффективно включать/выключать приемник и передатчик, а также изменять их фазовые и амплитудные характеристики.

Структурная схема устройства управления (УУ) показана на рис. 1.

Она содержит трехходовые ключи приема/передачи (sw_{rt}), аттенуатор (Att), фазовращатель (Φ), усилители сигнала (A), малозумящий усилитель (LNA), предварительный усилитель мощности (PPA) и устройство коммутации (PSSw), выполненное по параллельной или последовательно-параллельной схеме.

В работе рассмотрены способы формирования фазовой задержки для устройств управления модулем X-диапазона на основе биполярных транзисторов с SiGe-базой. Приведены структурные и электрические схемы, а также параметры ИМС ведущих компаний по изготовлению подобных устройств как на основе элементов группы A_3B_5 , так и на основе гетеропереходных SiGe биполярных транзисторов. В работе показано, что на основе SiGe СВЧ-технологии возможно проектировать УУ с приемлемыми характеристиками и эффективно решать проблемы создания СВЧ-модулей X-диапазона с точки зрения получения критерия «цена/качество».

Авторы считают, что в данной работе новыми являются оригинальные дифференциальные схемотехнические решения для формирования фазовой задержки на основе гетеропереходных транзисторов с кремний-германиевой базой.

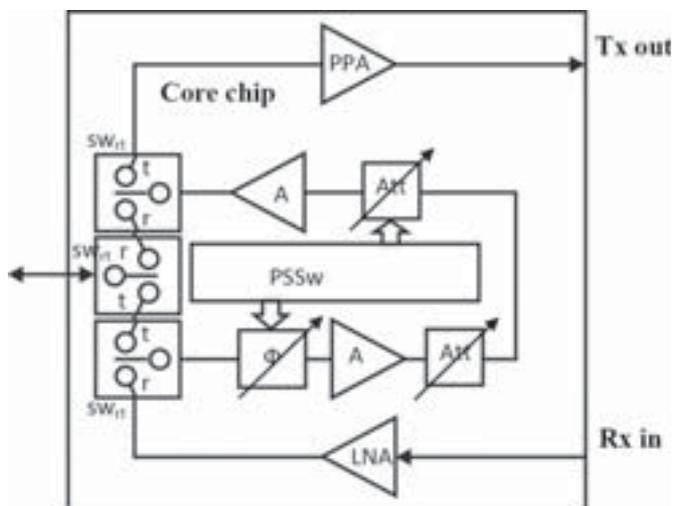


Рис. 1. Структурная схема устройства управления



ЛИТЕРАТУРА

1. *OMMIC Preliminary Datasheet CGY2170UH 7-bit X-Band Core Chip* http://www.ommic.fr/download/2FCGY2170UH_C1.pdf.
2. *United Monolithic Semiconductors X-band Core Chip GaAs Monolithic Microwave IC CHC3014-99F* <http://module-csums.cognix-systems.com/telechargement/2-5-1.pdf>.
3. *A Four-Channel Bi-directional CMOS Core Chip for X-band Phased Array T/R Modules*.
4. Carosi N., Bettidi A., Nanni A., Marescialli L. and Centronio A. *A Mixed-signal X-band SiGe Multi-function Control MMIC for Phased Array Radar Applications*, in Proc. of 39th Eur. Microw. Conf., Oct. (2009), pp. 240–243.
5. Jeong J. C., Yom I. *X-band High Power SiGe BiCMOS Multifunction Chip for Active Phased Array Radars*, Electron. Lett., Vol. 47, No. 10, pp. 618–619, Dec. (2011).
6. *CMOS Core Chips* <http://www.rfcore.com/productsservices/cmos-core-chips>.
7. *Perigrine Semiconductor Datasheet PE1901 Monolithic Phase & Amplitude Controller. 8–12GHz* <http://www.psemi.com/pdf/datasheets/pe19601ds.pdf>.
8. *METDA Semiconductor NC1517C-812 GaAs MMIC X band T/R Multi-functional chip. 8–12GHz*.
9. *MICRAN X-band GaAs MMICCore Chip* [http://www.micran.ru/sites/micran_ru/data/UserFile/File/Sertificat/2013/130615_MP001D%20Datasheet%20\(v.1.0\).pdf](http://www.micran.ru/sites/micran_ru/data/UserFile/File/Sertificat/2013/130615_MP001D%20Datasheet%20(v.1.0).pdf).
10. *MACOM Announces Industry's First Highly Integrated Plastic Packaged Control MMIC for Commercial Radar Applications* <https://www.macom.com/about/news-and-events/press-release-archive/row-col1/news--event-archive/macom-announces-industrys-first>.

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



Цена 475 руб.

СВЧ ТРАНЗИСТОРЫ НА ШИРОКОЗОННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

А.Г. Васильев, Ю.В. Колковский, Ю.А. Концевой

М: ТЕХНОСФЕРА, 2011. – 256 с.
ISBN 978-5-94836-290-8

Книга представляет собой учебное пособие по физическим основам и технологии транзисторов на широкозонных полупроводниках. Рассмотрены свойства двумерного электронного газа и физика гетеропереходов, в основном типа AlGaIn/GaN. Дан обзор структур транзисторов на основе широкозонного полупроводника GaN. Рассмотрены структуры транзисторов на алмазе и карбиде кремния. Описаны свойства подложек из сапфира, карбида кремния и других материалов, применяющихся для создания гетероструктур.

Детально проанализированы методы изготовления гетеропереходов при использовании эпитаксии из металлорганических соединений и молекулярно-лучевой эпитаксии. Рассмотрена технология транзисторов на алмазе. Рассмотрены методы измерения основных параметров СВЧ транзисторов и методы контроля надежности транзисторов.

Книга предназначена для студентов, обучающихся по профилю 210100 «Электроника и нанoeлектроника». Книга будет полезна также магистрам, аспирантам, инженерам и научным работникам, специализирующимся в области разработки и применения изделий твердотельной электроники.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

☒ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 (495) 234-0110; ☎ +7 (495) 956-3346; ✉ knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru