

Нелинейный сверхвысокочастотный фазовращатель на основе слоистой структуры феррит-сегнетоэлектрик

А. Б. Устинов

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»,
Санкт-Петербург, Россия

тел: (812) 234-99-83, эл. почта:ustinov-rus@mail.ru

В последние годы наблюдается значительный интерес к исследованию феррит-сегнетоэлектрических структур [1]. В частности, линейные свойства электромагнитно-спиновых волн, распространяющихся в таких структурах, в настоящее время достаточно хорошо изучены и на их основе разработаны сверхвысокочастотные (СВЧ) приборы [2-4]. Целью настоящей работы являлась разработка и исследование нелинейного СВЧ фазовращателя на основе электромагнитно-спиновых волн.

Эксперименты были проведены для случая конструкции фазовращателя, подобной описанной в [3]. Слоистая структура состояла из пленки железомитрииевого граната (ЖИГ) и пластины титаната бария-стронция (БСТ). Пленка ЖИГ была эпитаксиально выращена на подложке галлий-гадолиниевого граната (ГГГ). Толщина пленки составляла 5.7 мкм, ширина – 2 мм, длина – 4 см, намагниченность насыщения – 1750 Э. Пленка ЖИГ имела ширину кривой ферромагнитного резонанса 0.6 Э на частоте 5 ГГц. Пластина БСТ толщиной 500 мкм была изготовлена из керамики состава $\text{Ba}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{TiO}_3$. Ее размеры в плоскости были $5 \times 10 \text{ мм}^2$. Тангенс угла диэлектрических потерь БСТ на частоте 5 ГГц составлял около 10^{-2} . Керамика находилась в параэлектрической фазе. Она имела изотропную диэлектрическую проницаемость при комнатной температуре. На обе стороны пластин были напылены электроды для приложения электрического напряжения. Верхний электрод представлял собой слой хрома толщиной около 50 нм. Такая толщина была много меньше толщины скин-слоя для СВЧ электромагнитного поля рабочей частоты. Это обуславливало возможность гибридизации мод электромагнитных волн в сегнетоэлектрике и магнитоэлектрических спиновых волн в феррите. Для возбуждения и приема электромагнитно-спиновых волн использовались микрополосковые антенны, расстояние между которыми составляло 8 мм. К электродам БСТ прикладывалось электрическое напряжение в диапазоне 0—1000 В. Магнитное поле в диапазоне 1100—1400 Э прикладывалось в плоскости структуры параллельно антеннам.

В ходе экспериментов измерялись частотные зависимости коэффициентов передачи и отражения при различных уровнях падающей на макет СВЧ мощности. Устройство демонстрировало две функции: нелинейный фазовый набег до

140 градусов при мощности 15 дБм и индуцированный электрическим напряжением дифференциальный фазовый сдвиг до 330 градусов при напряжении 1000 В. С увеличением частоты нелинейный фазовый набег возрастал, в то время как дифференциальный фазовый сдвиг уменьшался. Описанное устройство может найти различные применения. В частности, на его основе возможна разработка СВЧ логических элементов, нелинейных интерферометров и нелинейных направленных ответвителей.

Работа поддержана грантами РФФИ, Президента РФ и Министерства образования и науки РФ.

Литература

1. U. Ozgur et al. *J. Mater. Sci.: Mater. Electron.* 20, 911 (2009).
2. V. E. Demidov et al. *J. Appl. Phys.* 91, 10007 (2002).
3. A. B. Ustinov et al. *Appl. Phys. Lett.* 90, 031913 (2007).
4. А. Б. Устинов и др. *ЖТФ*, 80 (6), (2010).