

плазменного состояния, росте давления, последующем остывании и конденсации в виде метастабильного стеклообразного состояния. После снятия электрического импульса и остывания вещества в канале (после окончания электроформовки) испаренное вещество оседает на стенках канала, аморфизуется под давлением в области анода и превращается в стеклообразную неравновесную неупорядоченную систему. Между катодом и стеклообразным участком формируется область, в которой вещество отсутствует, т.е. вакуумная полость.

Проведено моделирование электронных свойств метастабильных атомарных структур, которые возникают в диоксиде гафния, содержащем кислород и кислородные вакансии, при формовке в электрических полях. Показано, что в зависимости от значений конфигурационных параметров ангармонический бистабильный потенциал ловушечных центров изменяет свою симметрию, а также глубину и ширину потенциальных ям.

Наличие периодического воздействия и шума приводит к переключению ловушечного состояния в диоксиде гафния из одного метастабильного состояния в другое. С увеличением амплитуды периодического воздействия частота переключений из одного состояния в другое растет. С ростом частоты периодического воздействия увеличивается частота переключений, а с ростом фазы увеличивается время нахождения ловушечного центра в одном из метастабильных состояний. Время переключения составляет порядка единиц наносекунд, а его величина снижается с ростом амплитуды периодического воздействия и интенсивности шума.

ЭКРАНИРУЮЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОШКОВ КРИСТАЛЛОВ AgIn_5S_8 В СВЧ-ДИАПАЗОНЕ

Г.А. Пухир, Т.Г. Баругу

Соединение AgIn_5S_8 образуется в разрезе $\text{Ag}_2\text{S}-\text{In}_2\text{S}_3$ и относится к дефектным полупроводникам с концентрацией вакансий в катионной подрешетке $\sim 25\%$. В связи с наличием значительного количества дефектов электрические свойства этого соединения практически не изменяются при различных радиационных воздействиях, что позволяет выделить соединение AgIn_5S_8 в класс перспективных для создания ряда новых высокоэффективных радиационно-стойких оптоэлектронных приборов [1], [2]. Определенный интерес представляют электромагнитные свойства новых высокотехнологичных кристаллов в радиочастотном диапазоне и возможность их использования для создания экранов электромагнитного излучения (ЭМИ) и экранирующих покрытий. В работе проведены исследования экранирующих характеристик порошка монокристаллов AgIn_5S_8 в диапазоне 8...12 ГГц. Монокристаллы выращивали методом Бриджмена. Измерение характеристик ослабления и отражения проводилось с помощью панорамного измерителя КСВН и ослабления Я2Р-67 с использованием генератора ГКЧ-61 в диапазоне 8...12 ГГц. Ослабление ЭМИ образцами толщиной порядка 0,5 мм составляет порядка 6 дБ с равномерной дисперсией. Коэффициент отражения для исследуемых образцов на основе порошка AgIn_5S_8 составляет $-3...-4$ дБ в диапазоне 8...12 ГГц. Полученные результаты можно учитывать при необходимости электромагнитной совместимости компонентов при проектировании радио- и оптоэлектронных приборов и устройств. Применение порошков монокристаллов AgIn_5S_8 перспективно также для создания тонкопленочных экранирующих покрытий, эффективных в СВЧ-диапазоне.

Литература

1. Боднар, И.В. Выращивание и свойства монокристаллов AgIn_5S_8 / И.В. Боднар, Х.Т.М. Альрекаби, Т.Г. Баругу // Доклады БГУИР. – 2016. – №5(99). – С. 67–72.
2. Paorici, C. Crystal growth and properties of the AgIn_5S_8 compound / C. Paorici, L. Zanotti, N. Romeo, G. Sberveglieri, L. Tarricone // Materials Research Bulletin. – 1977. – Vol.12, Iss. 12. – P. 1207–1211.

СЛОЖНОКОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАДИОПОГЛОТИТЕЛЕЙ ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 8–12 ГГц

Г.А. Пухир, Т.А. Пулко, В.С. Колбун, Н.В. Насонова

Для известных типов конструкций радиопоглотителей (резонансных, градиентных, многослойных, с геометрически неоднородной поверхностью) применяются различные

материалы с резистивными, магнитными и диэлектрическими свойствами [1]. Величина проводимости, диэлектрической проницаемости и потерь, магнитной проницаемости сложнокомпонитных материалов, формируемых из радиопрозрачного связующего с порошковыми наполнителями, зависит от состава, концентрации, формы и размеров частиц наполнителей. Получены характеристики поглощения и отражения электромагнитного излучения сложнокомпонитных материалов на основе диэлектрических компонентов (TiO_2 , ZrO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , AlO), проводящих включений (на основе различных видов углерода), магнитных компонентов (Ni-Zn , Ni-Mn) в диапазоне частот 8–12 ГГц. С использованием алгоритма Николсона-Росса рассчитаны действительные и мнимые части диэлектрической и магнитной проницаемости сформированных сложнокомпонитных материалов. В специализированном пакете ПО CST Microwave Studio проведено электродинамическое моделирование характеристик отражения различных конструкций радиопоглотителей на основе полученных электрофизических свойств сформированных материалов.

Вследствие высокой действительной части диэлектрической проницаемости и низкого тангенса потерь материалы с исследованными диэлектрическими компонентами предложено использовать для формирования промежуточных диэлектрических слоев между резистивными покрытиями, что приводит к снижению рабочей толщины радиопоглотителя.

На основе образцов, содержащих проводящие включения, были смоделированы резонансные и многослойные радиопоглощающие структуры, с постепенным изменением резистивных потерь.

Магнитные компоненты сложнокомпонитных материалов обеспечивают дополнительное поглощение ЭМИ в диапазоне 8–12 ГГц при введении в многослойную конструкцию. Коэффициент отражения ЭМИ такими материалами составляет $-12,0 \dots -6,14$ дБ.

Литература

1. Мицмахер М.Ю., Торгованов В.А. Безэховые камеры СВЧ. – М.: Радио и связь, 1982. – 128 с.

КОНСТРУКЦИЯ РАДИОПОГЛОЩАЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ВЛАГОСОДЕРЖАЩЕГО КЕРАМЗИТА И ТИТАНОМАГНЕТИТА

С.Э. Саванович, Т.В. Борботько, А.А.А. Аль-Мамури

Одним из действенных методов, обеспечивающих противодействие получению информации о наземных объектах, например, военной техники, в диапазоне частот 2–12 ГГц является применение радиопоглощающих покрытий (РПП). Противодействие утечке информации посредством РПП обеспечивается в результате взаимодействия электромагнитных излучений (ЭМИ), распространяющихся в электромагнитном канале, с материалом покрытия, наносимого на поверхность защищаемых объектов. Выбор материалов, используемых для изготовления покрытий, осуществляется исходя из их радиоэкранирующих характеристик в диапазоне частот применения РПП, обусловленных магнитными и диэлектрическими потерями или потерями на проводимость.

Перспективным направлением представляется создание конструкций РПП на основе влагосодержащего керамзита, в поры которого введены водные растворы электролитов [1]. Повышение эффективности покрытий (снижение их коэффициента отражения), выполненных на основе влагосодержащего керамзита, может достигаться путем введения в радиопоглощающий композиционный материал компонента с отличной от нуля мнимой частью магнитной проницаемости μ'' , порошкообразных ферритов.

Установлено, что введение в материал покрытия титаномагнетита позволяет снизить значения коэффициента отражения конструкции РПП, размещенной на металлической подложке в диапазоне частот 2–12 ГГц. Показано, что конструкция РПП, выполненная на основе влагосодержащего керамзита обеспечивает снижение значений коэффициента отражения в пределах $-2,1 \dots -14,8$ дБ, при введении в композиционный материал 20 % (по массе) титаномагнетита аналогичная конструкция обеспечивает снижение значений коэффициента отражения в пределах $-2,4 \dots -19,8$ дБ.