

Введение

На современном этапе усложнение радиотехнической аппаратуры, применяемой в различных системах связи, и требования её комплексной миниатюризации выдвигают проблему построения антенн и устройств СВЧ на основе электродинамических конструкций, использующих полосковые и щелевые структуры в слоистых средах, при изготовлении которых может использоваться технология гибридных интегральных схем. При этом на этапе проектирования возникает необходимость строгого электродинамического анализа указанных структур и разработки достаточно эффективной и универсальной методики, позволяющей проводить численное исследование электродинамических характеристик с контролируемой погрешностью вычислений. Методика, изложенная в настоящей монографии, основана на сведении электродинамической задачи к интегральным уравнениям специального вида, что позволят разработать эффективные и универсальные алгоритмы численного исследования. К ним относятся интегро-дифференциальные (гиперсингулярные) и интегральные уравнения Фредгольма первого рода, интенсивно разрабатываемые в настоящее время.

В книге дано систематическое изложение основных принципов вычислительной электродинамики для анализа электромагнитных полей в плоских и цилиндрических слоистых средах, используемых в излучающих полосковых и щелевых структурах. Анализ основан на наиболее общем подходе при решении электродинамических задач для неоднородных сред, который состоит в построении интегральных представлений полей в слоистых средах с использованием для этой цели известного в электродинамике формализма представления векторных потенциалов поля с помощью тензорных функций Грина и с последующим использованием метода интегральных уравнений первого рода для анализа указанных структур. В качестве вспомогательной литературы можно указать отдельные разделы работ [1–8, 20, 21, 30].

Полосковые и щелевые излучатели как самостоятельные антенны и как элементы антенных решеток имеют большое разнообразие и отличаются по принципам работы, характеристикам излучения, наличию гибридных соединений с другими устройствами СВЧ. По конструктивным особенностям и подходам к анализу микрополосковых

антенн выделяются планарные полосковые антенны резонаторного типа и антенны, которые имеют вид узких полосковых проводников или щелей различной геометрии. Рассматриваемые в этой связи модели излучателей учитывают наиболее существенные элементы их реализации, а именно топологию полосковых проводников и щелей, вид и свойства слоистой среды и способ возбуждения.

В монографии на основе строгого решения электродинамических задач приведены примеры построения математических моделей и вычислительных алгоритмов анализа конкретных видов полосковых и щелевых антенн и фазированных антенных решёток, а также отдельные результаты их численного исследования, рассмотрены примеры анализа полосковых структур с учётом таких технологических особенностей, как многослойные подложки, конечная толщина полосковых проводников и использование структур высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП-структур). Особенностью указанных моделей является разработанная методика построения тензорных функций Грина для электрических и магнитных источников в многослойных средах и использование метода интегральных уравнений первого рода, от которых определяющим образом зависит численное исследование задачи.

Автор надеется, что содержание книги позволит читателю овладеть основами теории электромагнитного поля в слоистых средах, приобрести навыки в постановке электродинамических задач и построении математических моделей на примере полосковых и щелевых структур с использованием интегральных уравнений первого рода и овладении методами создания вычислительных алгоритмов численного исследования.