

ВОЗБУЖДЕНИЕ ПЛАНАРНОГО EBG-ВОЛНОВОДА ПРЯМОУГОЛЬНЫМ МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ВОЛНОВОДОМ

В.А. Калошин, Е.А. Скородумова

Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН

Получена 31 марта 2009 г.

Рассматривается задача о стыке прямоугольного металлического волновода и EBG-волновода, две стенки которого выполнены в виде металлических плоскостей, а две других – в виде двухмерных решеток из круговых металлических цилиндров. Найдены расстояния от фланца до первого ряда цилиндров и между первым и вторым рядом цилиндров, обеспечивающие малые потери на отражение в полосе частот. Исследование проводится на основе моделирования методом конечных элементов.

Ключевые слова: планарный EBG-волновод, численное моделирование в электродинамике.

Введение

Для построения планарных интегральных схем СВЧ используются, как правило, полосковые или микрополосковые линии. При больших размерах схем, например, при построении планарных антенных решеток, в коротковолновой части сантиметрового диапазона и миллиметровом диапазоне потери могут стать недопустимо большими. В этом случае в качестве линий используют полые металлические волноводы. Известны различные технологии изготовления волноводных схем: фрезерование, литье под давлением, литье по выплавляемым моделям. Все эти технологии требуют больших затрат. В качестве альтернативы можно использовать планарные EBG волноводы, стенками которых в плоскости вектора электрического поля являются двумерные периодические решетки из металлических цилиндров [1]. Однако при возбуждении такого волновода стандартным металлическим волноводом возникает отражение, связанное со скачком граничных условий на стенках. В данной работе исследуется возможность уменьшения отражения от стыка за счет изменения расстояния T_0 между первым (от стыка) и вторым рядом цилиндров и расстояния T_1 от фланца до первого ряда цилиндров (см. рис. 1).

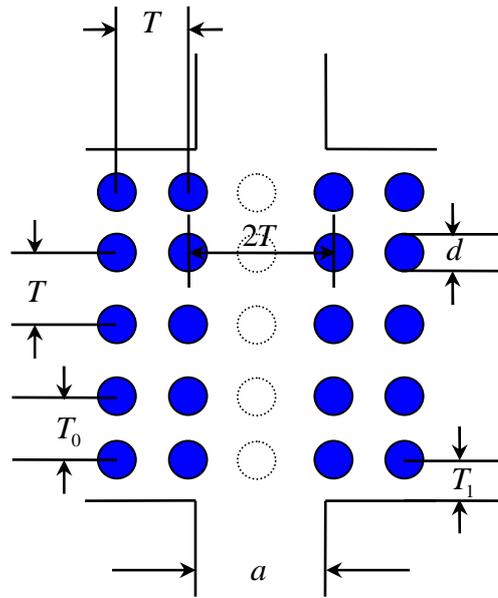


Рис. 1

Описание математической модели

Рассмотрим ЕВГ-волновод, образованный удалением одного ряда цилиндров с диаметром d в двумерной периодической решетке с периодом T (рис. 1). Удаленные цилиндры показаны на рис. 1 пунктиром. На расстоянии T_1 от центров цилиндров первого ряда расположен фланец возбуждающего металлического волновода шириной a , в котором распространяется TE -мода. С другой стороны расположен аналогичный волновод, который предполагается нагруженным на согласованную нагрузку. Будем искать численное решение для коэффициента отражения от стыка возбуждающего металлического волновода и ЕВГ-волновода на основе метода конечных элементов.

Результаты численных исследований

Численные исследования проводились для следующих параметров модели: $T = 12.5$ мм, $d = 5$ мм, $a = 23$ мм.

Исследования проводились в два этапа. Сначала исследовалось влияние расстояния между центрами цилиндров первого и второго ряда на коэффициент отражения. При этом расстояние от фланца до центров цилиндров второго ряда оставалось неизменным и равным $1.5T$ ($T_1 = 0.5T$). Результаты приведены на рис. 2. В качестве начального расстояния использовался период решетки T . На рисунке это соответствует значению 0. Остальные кривые описывают влияние на КСВ уменьшения расстояния между первым и вторым рядом, соответственно, на 0.5, 1, 1.5 и 2 мм.

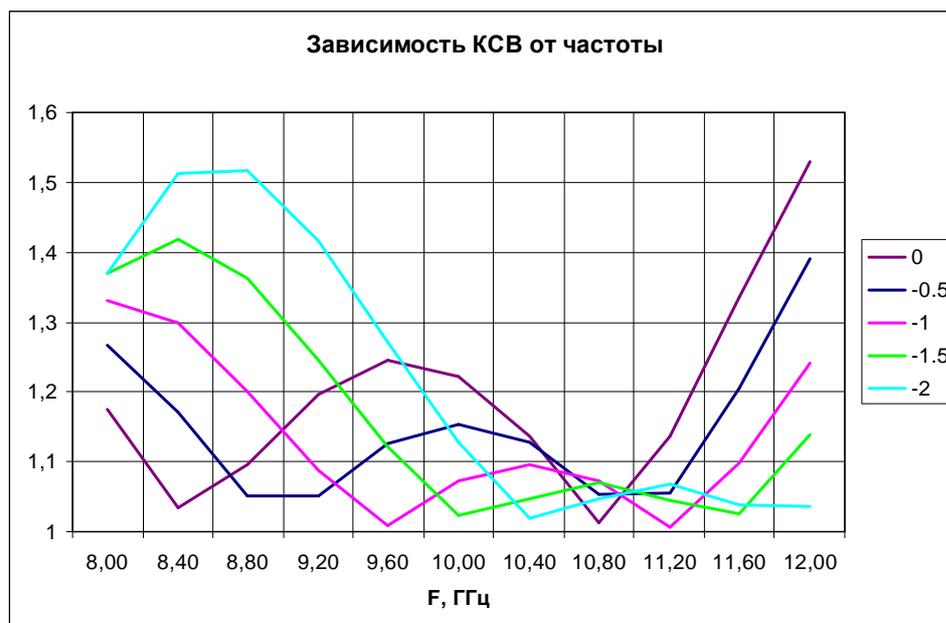


Рис .2

Как видно из рисунка, оптимальное расстояние с точки зрения максимальной ширины полосы частот по уровню КСВ, равного 1.1, является значение $T_0 = T - 1.5$ мм.

На втором этапе подбиралось расстояние от фланца до первого ряда цилиндров, обеспечивающее минимум КСВ в выбранной полосе частот при заданном (оптимальном) значении T_0 . Результаты приведены на рис. 3.

Таким образом, в результате подбора параметров удалось без использования согласующих элементов уменьшить уровень КСВ до 1.04 в полосе частот 2 ГГц. Колебание КСВ в этой полосе частот определяется интерференцией отраженной ТЕ моды от двух стыков. При этом максимальное отражение мы наблюдаем в центре полосы (КСВ=1.04), где коэффициент отражения является суммой коэффициентов отражения от двух стыков. При этом КСВ одного стыка в данной точке будет в два раза меньше и равен 1.02.

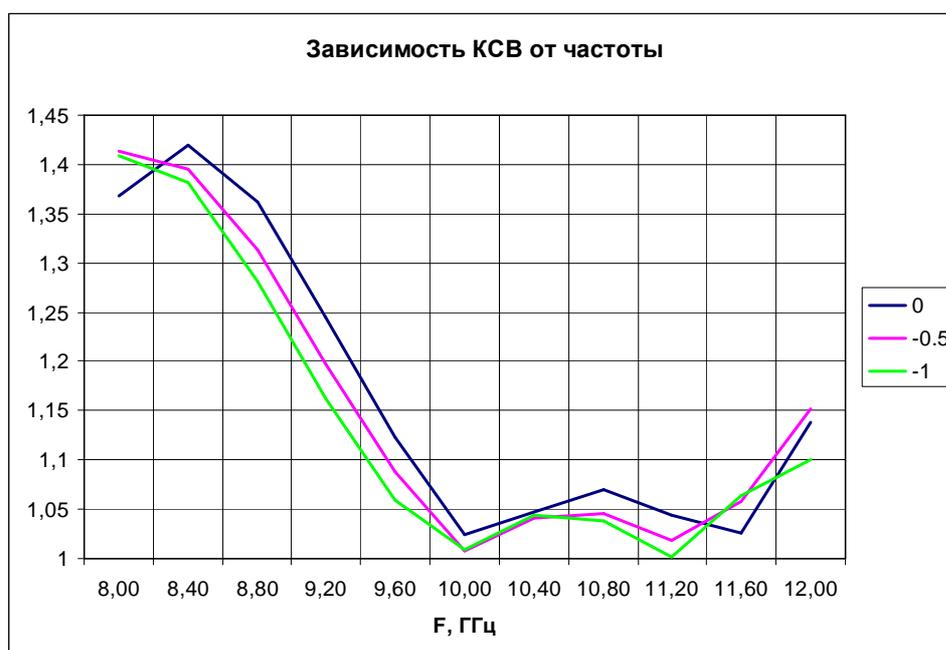


Рис. 3

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект №08-08-12200).

Литература

1. S. E. Bankov, M.D. Duplenkova, Numerical analysis of waveguides and waveguide elements in EBG structures // JRE, 2006, №12. <http://jre.cplire.ru/jre/dec06/2/text.html>