

# МИКРОПОЛОСКОВЫЕ ПЛАНАРНЫЕ АНТЕННЫ С ПОДЛОЖКОЙ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛОДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КРИСТАЛЛОВ

Устьянцев М. А., Чурюмов Г. И.  
 Харьковский технический университет радиозлектроники  
 пр. Ленина, 14, г. Харьков, 61166, Украина  
 тел.: +38 057 7021057, e-mail: g.churyumov@iee.org

**Аннотация** — Теоретически исследуется влияние подложки на основе металлодиэлектрических электромагнитных кристаллов на свойства микрополосковых планарных антенн. На примере трехмерного математического моделирования методом FDTD показано, что использование такой подложки значительно улучшает характеристики антенны

## I. Введение

Ввиду малых размеров и дешевой технологии изготовления, микрополосковые планарные антенны широко применяются в интегрированной СВЧ-технике [1]. Однако, главным недостатком планарных антенн является малое усиление и низкий коэффициент направленности. Это обусловлено тем, что подложка, на которой находится антенна, поглощает большую часть излучения. Проектирование антенн претерпело много изменений за последние десятилетия. Много новых технологических решений были использованы для улучшения свойств современных антенн и одним из таких перспективных решений является открытие электромагнитных кристаллов (имеющее другое название — «фотонные кристаллы») [2].

## II. Основная часть

На рис. 1 приведено схематическое изображение микрополосковой планарной антенны с подложкой на основе металлодиэлектрического электромагнитного кристалла. Размеры микрополосковой антенны взяты из [3]. Электромагнитный кристалл состоит из квадратных металлических цилиндров расположенных в квадратной решетке с периодом  $a$ . Параметры электромагнитного кристалла следующие: длина и ширина металлического цилиндра — 3,2 мм x 3,2 мм соответственно; высота — 0,794 мм. Расстояние между центрами цилиндров — 4,8 мм. Металл в данной работе учитывается как идеально проводящий проводник.

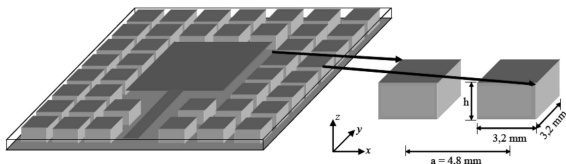


Рис. 1. Структурная схема микрополосковой планарной антенны с подложкой из металлодиэлектрического электромагнитного кристалла.

Fig. 1. Structure chart of microstrip planar antenna with metal-dielectric electromagnetic crystal as substrate

Коэффициент отражения ( $S_{11}$ ) был исследован численно методом FDTD [4], который позволяет проводить трехмерные вычисления в реальном масштабе времени. Для вычисления мы использовали следующие параметры:  $\Delta x = 0,20$  мм,  $\Delta y = 0,20$  мм и  $\Delta z$

$= 0,1588$  мм. Временной шаг равен 0,4369 нс. Количество итераций равнялось 10000. Вычислительный объем ограничен идеальными поглощающими границами [5], с толщиной границы равной 10 ячейкам. Исследуемая структура возбуждалась импульсом, имеющим Гауссову форму. Частотные зависимости рассчитывались путем отношения отраженного сигнала к входному.

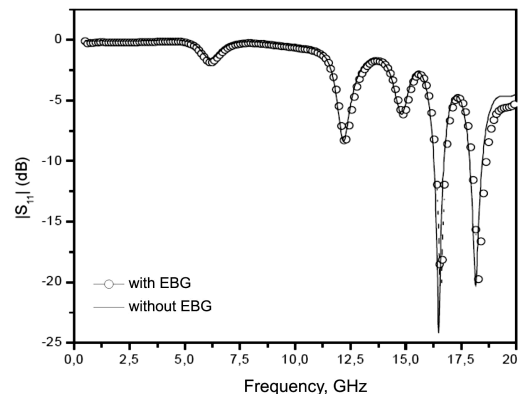


Рис. 2. Коэффициент пропускания микрополосковой антенны с и без электромагнитного кристалла.

Fig. 2. Transmission constant of microstrip planar antenna with and without metal-dielectric electromagnetic crystal

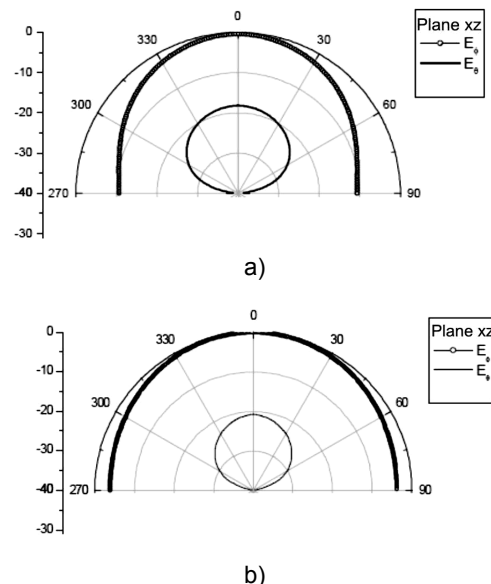


Рис. 3. Диаграмма направленности для частоты 18 ГГц: а) без электромагнитного кристалла; б) с электромагнитным кристаллом.

Fig. 3. Direction diagram for frequency 18 GHz: a) without metal-dielectric electromagnetic crystal; b) with metal-dielectric electromagnetic crystal

На рис. 2 показан рассчитанный коэффициент отражения ( $S_{11}$ ) микрополосковой антенны. Видно, что в случае подложки с электромагнитным кристаллом значительно меньше. Это свидетельствует о том, что антенна излучает более эффективно.

На рис. 3.а, 3.б приведены диаграммы направленности микрополосковой антенны без электромагнитного кристалла и с электромагнитным кристаллом.

### III. Заключение

Мы исследовали влияние металлodieлектрического электромагнитного кристалла в качестве подложки для микрополосковой планарной антенны. Показано, что присутствие электромагнитного кристалла может существенно увеличить усиление антенны и улучшить диаграммы направленности. Более детальное изучение подобных структур и их влияние будет сделано в будущем.

### IV. Список литературы

- [1] *Bahl I. J., Bhartia P.* Microstrip antennas. Artech House, Dedham, MA, 1981.
- [2] *Yablonovitch E.* Phys. Rev. Lett.B, 1987, 58, p.2059.
- [3] *Sheen D. M. et. al.* IEEE Trans. Microwave Theory Tech. 1990, 38, 849.
- [4] *Taflove A.* Computational Electrodynamics. Artech House, New York, MA, 2005.
- [5] *Gedney S. D.* IEEE Trans. Microwave Theory Tech. 1996, 44, 1631

## MICROSTRIP PATCH ANTENNA WITH METALLODIELECTRIC ELECTROMAGNETIC CRYSTALS AS A SUBSTRATE

Ustyantsev M. A., Churyumov G. I.

*Kharkov Technical University of Radio Electronics*

*14, Lenin Ave., Kharkov, 61166, Ukraine*

*Ph.: +38 057 7021057, e-mail: g.churyumov@ieee.org*

*Abstract* — The influence of a substrate of metallo-dielectric electromagnetic crystals on properties of microstrip planar antennas is theoretically investigated. Simulations made by means of 3D FDTD code have revealed that the use of

such substrates might greatly improve performances of existing antennas.

### I. Introduction

Radio-Frequency Engineers have long prized the planar antenna for its ability to couple incoming and outgoing radiation from microwave integrated circuits [1]. Besides being more compact and less expensive than air-filled radiators (e.g., feed horns), a planar antenna allows integration of metallic radiators with transmit and receive electronics in the construction of phased arrays and synthetic apertures. A drawback, however, is that a planar antenna does not readily produce satisfactory gain or directivity. The high dielectric constant of these common semiconductors tends to trap radiation in the substrate, leading to degradation of the gain and directivity. Antenna designs have experienced enormous advances in the past several decades and they have been still undergoing monumental developments. Many new technologies have been emerged in the sphere of modern antenna design and one of the most important breakthroughs is a discovery development of electromagnetic band gap (EBG) structures. The applications of EBG structures in antenna designs have become a topic of many researches of antenna scientists and engineers [2].

### II. Main Part

Fig. 1 shows the structural arrangement of the microstrip planar antenna with a metallo-dielectric electromagnetic crystal. The dimensions of microstrip antenna are the same as in [3]. Electromagnetic crystal is composed of square cylinders in a square lattice with lattice period  $a$ . The dimensions of electromagnetic crystal are: length and width — 3,2 mm x 3,2 mm, respectively; height — 0,794 mm. Lattice period is equal to 4,8 mm. Metal is treated as a perfect conductor.

FDTD was used as a primary investigation tool [4]. The following parameters were used:  $\Delta x = 0,20$  mm,  $\Delta y = 0,20$  mm and  $\Delta z = 0,1588$  mm. Temporal step was equal to 0.4369 ns. Number of iterations was 10000. Perfectly matched layers were used as absorbing conditions [5].

Fig. 2 presents the  $S_{11}$  of a microstrip antenna with and without an electromagnetic crystal.

Fig. 3 shows the radiation pattern of the studied antenna.

### III. Conclusion

We analyzed the effect of the electromagnetic crystal on the performance of a microstrip antenna. We shown that such crystals might greatly improve the characteristics of existing antennas.