

Изготовление и исследование устройств терагерцовой оптики на основе металлодиэлектрических фотонных квазикристаллов

В.С. Павельев^{1,2}, А.Н. Агафонов^{1,2}, А.С. Решетников^{1,2}, Д.И. Цыпишка³, А.А. Шахмин³, Г.И. Кропотов³

¹Институт систем обработки изображений РАН - филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Молодогвардейская 151, Самара, Россия, 443001

²Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34а, Самара, Россия, 443086

³ООО «Тидекс», Кавалергардская, 6, литер А, Санкт-Петербург, Россия, 191015

Аннотация

Рассмотрены расчет, изготовление и исследование методами численного и натурального экспериментов устройств терагерцовой оптики на основе металлодиэлектрических фотонных квазикристаллов.

Ключевые слова

Терагерцовое излучение, фотонные кристаллы, фотонные квазикристаллы

1. Введение

Появление источников терагерцового диапазона [1] определяет актуальность разработки и создания элементной базы для управления характеристиками терагерцового излучения. Данная работа посвящена изготовлению и исследованию металлодиэлектрических фотонных кристаллов и фотонных квазикристаллов терагерцового и миллиметрового диапазонов. Для расчета топологии двумерных фотонно-кристаллических (ФК) и фотонно-квазикристаллических (ФКК) структур терагерцового диапазона были использованы методы, ранее использованные для расчета фотонно-кристаллических и фотонно-квазикристаллических структур оптического диапазона [2,3].

2. Изготовление и исследование фотонно-квазикристаллических структур терагерцового диапазона

Для изготовления металлодиэлектрических фотонно-кристаллических и фотонно-квазикристаллических структур была использована технология, описанная в [4]. На Рис. 1(a,b) приведены фотографии изготовленных двумерных фотонно-квазикристаллических металлодиэлектрических структур. Моделирование рассчитанных и изготовленных структур проводилось в среде COMSOL. Изготовленные структуры были исследованы с помощью методов терагерцовой спектроскопии, подобно тому, как исследовались субволновые терагерцовые структуры в работе [5]. Результаты численного моделирования и натурального эксперимента находятся во взаимном качественном соответствии.

3. Заключение

Рассчитаны, изготовлены и исследованы методами численного и натурального экспериментов металлодиэлектрические фотонно-квазикристаллические структуры. Использование фотонно-квазикристаллических структур позволяет эффективно управлять спектральным составом волноводного излучения [2].

Полученные результаты планируется использовать при создании ФКК-волноводов и ФКК-спектральных фильтров терагерцового и миллиметрового диапазонов при создании аналитического (спектроскопия) и телекоммуникационного оборудования.

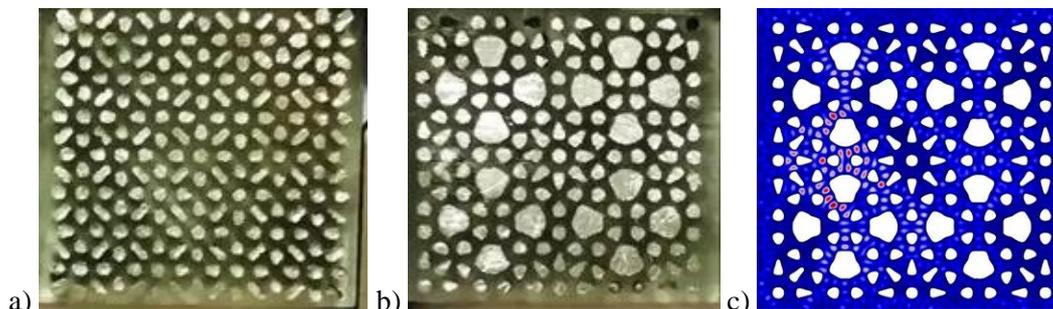


Рисунок 1: Образцы изготовленных металлдиэлектрических фотонных квазикристаллов (a,b) и результат моделирования изготовленной структуры (c)

4. Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-29-03303.

5. Литература

- [1] Kulipanov, G.N. Novosibirsk free electron laser-facility description and recent experiments / G.N. Kulipanov, E.G. Bagryanskaya, E.N. Chesnokov, Yu.Yu. Choporova, V.V. Gerasimov, Ya.V. Getmanov, S.L. Kiselev, B.A. Knyazev, V.V. Kubarev, S.E. Peltek, V.M. Popik, T.V. Salikova, M.A. Scheglov, S.S. Seredniakov, O.A. Shevchenko, A.N. Skrinsky, S.L. Veber, N.A. Vinokurov // *IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology*. – 2015. – Vol. 5(5). – P. 798-809. DOI: 10.1109/TTHZ.2015.
- [2] Gavrilov, A.V. *Diffraction Nanophotonics* / A.V. Gavrilov, D.L. Golovashkin, L.L. Doskolovich, P.N. Dyachenko, S.N. Khonina, V.V. Kotlyar, A.A. Kovalev, A.G. Nalimov, D.V. Nesterenko, V.S. Pavelyev, Y.O. Shuyupova, R.V. Skidanov, V.A. Soifer. – Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, CISP. – 2014.
- [3] Dyachenko, P.N. Complete photonic band gap in icosahedral quasicrystals with a body-centered six-dimensional lattice / P.N. Dyachenko, V.E. Dmitrienko, Y.V. Miklyaev, V.S. Pavelyev // *Proceedings of SPIE*. – 2008. – Vol. 6989. – P. 69891T.
- [4] Агафонов, А.Н. Технология изготовления металл-диэлектрических фотонных кристаллов для ТГц и миллиметрового диапазонов методом 3D-печати / А.Н. Агафонов, А.С. Решетников, И.А. Цибизов, А.А. Шахмин // *Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ)*. – 2020. – Т. 1. – С. 510-517.
- [5] Pavelyev, V.S. Broadband Silicon Absorber of Terahertz Radiation / V.S. Pavelyev, K.N. Tukmakov, A.S. Reshetnikov, I.A. Tsibizov, G.I. Kropotov // *Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques*. – 2019. – Vol. 13(6). – P. 1302-1305.