

FIZYKA

Белоцерковская А. И., Одаренко Е. Н.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, Украина

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ БРЭГГОВСКИЙ ФИЛЬТР С АНИЗОТРОПНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Многослойные интерференционные структуры находят широкое применение в фотонике и лазерной технике для формирования различных полосовых фильтров, отражающих и просветляющих покрытий и других функциональных устройств [1]. Основной особенностью таких систем является зонный характер их спектральных характеристик. Путем выбора параметров можно добиться практически полного отражения падающего сигнала (Брэгговское зеркало) либо полного прохождения. Кроме того, путем применения локальных дефектов в многослойных периодических структурах можно создавать узкополосные фильтрующие устройства, что актуально для различных видов спектроскопии [2].

Важным свойством фильтрующих устройств является возможность электрической перестройки их спектральных характеристик. Эта задача решается различными методами, одним из которых является применение анизотропных структур, чувствительных к внешнему электрическому или магнитному полю. Типичными примерами таких структур являются жидкие кристаллы (ЖК), свойства которых изменяются под воздействием внешнего электрического поля. Диэлектрическая проницаемость жидких кристаллов характеризуется тензором вида [3]:

$$\vec{\varepsilon} = \begin{pmatrix} \varepsilon_{\perp} & 0 & 0 \\ 0 & \varepsilon_{\perp} & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon_{\parallel} \end{pmatrix} \quad (1)$$

В данной работе рассматривается одномерный фотонный кристалл, который представляет собой многослойную периодическую структуру,

состоящую из чередующихся слоев двух диэлектрических материалов с разными показателями преломления. Даная структура содержит локальный дефект периодичности – слой, заполненный жидким кристаллом (рис. 1).

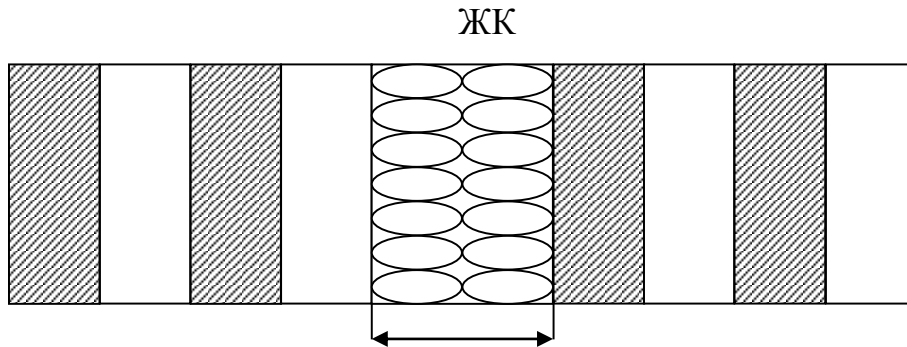


Рисунок 1 – Брэгговская структура с дефектным слоем

Расчеты проводились с учетом выражения для эффективного значения показателя преломления жидкого кристалла [4]:

$$n_{eff}(\phi) = \frac{n_o n_e}{\sqrt{n_o^2 \sin^2(\phi) + n_e^2 \cos^2(\phi)}}, \quad (2)$$

где ϕ – угол наклона директора; n_o и n_e – показатели преломления ЖК для обыкновенной и необыкновенной волн.

На рис. 2 показаны результаты расчетов зависимостей коэффициента пропускания структуры от длины волны. На рис. 2(а) видно, что в пределах запрещенной зоны одномерного фотонного кристалла формируется узкий пик пропускания, обусловленный наличием дефектного слоя. В данном случае толщина этого слоя равна 0.55 мкм.

При изменении напряжения, приложенного к жидкому кристаллу, происходит смещение резонансного пика вдоль оси частот (рис. 2(б)). Увеличение угла наклона директора сопровождается смещением резонанса в сторону более высоких частот. Следовательно, такая структура может выполнять функции узкополосного перестраиваемого фильтра.

В данной работе проведено моделирование узкополосного

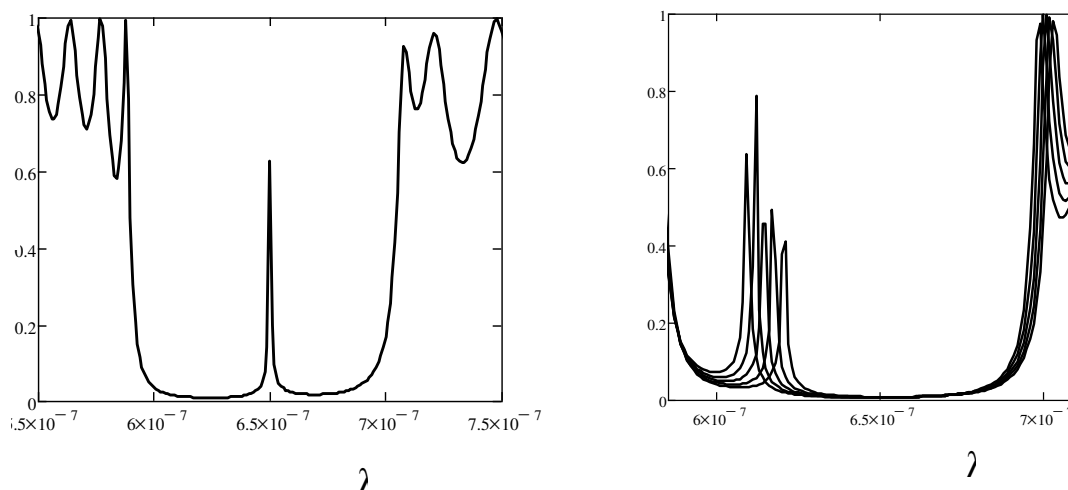


Рисунок 2. Спектральные характеристики

перестраиваемого фильтра на основе Брэгговской структуры с локальным дефектом периодичности. Проведены расчеты коэффициента пропускания фильтра с дефектным слоем, заполненным жидким кристаллом. Показана возможность электрического управления полосой пропускания фильтра.

Литература:

1. Ruey-Bing H. Periodic structures. – John Wiley and Sons, 2013. – 301 p.
2. Ozaki, R., Matsui, T., Ozaki, M. and Yoshino, K. Electro-tunable defect mode in one-dimensional periodic structure containing nematic liquid crystal as a defect layer // Jpn. J. Appl. Phys. – 2002. – 41. – L1482–L1484.
3. Блинов Л. М., Жидкие кристаллы. Структура и свойства. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. – 480 с.
4. Yeh P. H. & Gu C. Light Propagation in Uniaxial Media. In: *Optics of Liquid Crystal Display*. – John Wiley & Sons, 1999 – pp. 63-68.