

А.В. ХОМЧЕНКО, И.У. ПРИМАК
Белорусско-Российский университет, Могилёв

ИЗМЕРЕНИЕ ДВУЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЯ В ЖК-ПЛЁНКАХ

Рассмотрен волноводный метод определения двулучепреломления в анизотропном слое полимеризованного жидкого кристалла. Метод основан на регистрации и обработке пространственного распределения интенсивности светового пучка, отражённого от призмного устройства связи при возбуждении волноводной моды в тонкоплёночной структуре.

A. V. KHOMCHENKO, I. U. PRIMAK
Belarusian-Russian University, Mogilev

MEASURING BIREFRINGENCE IN LC-FILMS

A waveguide technique of the anisotropic LC-film birefringence determination is considered. It's based on recording and processing the intensity distribution of the light beam reflected from a prism coupler in case exciting a guided mode in thin-film structure.

Измерение двулучепреломления анизотропных сред представляет определённый интерес в случае использования неоднородных анизотропных материалов, примерами которых могут служить плёнки полимеризованных жидких кристаллов (рис. 1). С этой точки зрения методы волноводной спектроскопии могут оказаться эффективными для исследования свойств таких структур [1]. В сообщении представлены результаты развития данного подхода для случая анизотропного слоя на изотропной подложке. Ориентация оптической оси в слое задаётся вектором $\mathbf{c} = (\sin \theta_c \sin \alpha_c, \cos \theta_c, \sin \theta_c \cos \alpha_c)$. Плоскость падения и отражения света можно расположить так, что по отношению к ней $\alpha = 0$. Если систему координат связать с этой плоскостью (X - поперечная, Y - продольная координаты), то компоненты тензора диэлектрической проницаемости ЖК-плёнки можно записать в виде:

$$\varepsilon_{xx} = \varepsilon_o, \quad \varepsilon_{yy} = \varepsilon_o + \Delta\varepsilon \cos^2 \theta_c, \quad \varepsilon_{zz} = \varepsilon_o + \Delta\varepsilon \sin^2 \theta_c, \quad \varepsilon_{xz} = \varepsilon_{zx} = 0$$

$$\varepsilon_{yz} = \varepsilon_{zy} = \Delta\varepsilon \sin \theta_c \cos \theta_c, \quad \varepsilon_{xy} = \varepsilon_{yx} = 0, \quad \Delta\varepsilon = \varepsilon_l - \varepsilon_o$$

и сформулировать дисперсионные уравнения для ТЕ- и ТМ-мод.

На рис. 1а представлены результаты решения таких дисперсионных уравнений для различных мод слоя жидкого кристалла на ТАЦ-подложке при ориентации оптической оси перпендикулярно плоскости XY.

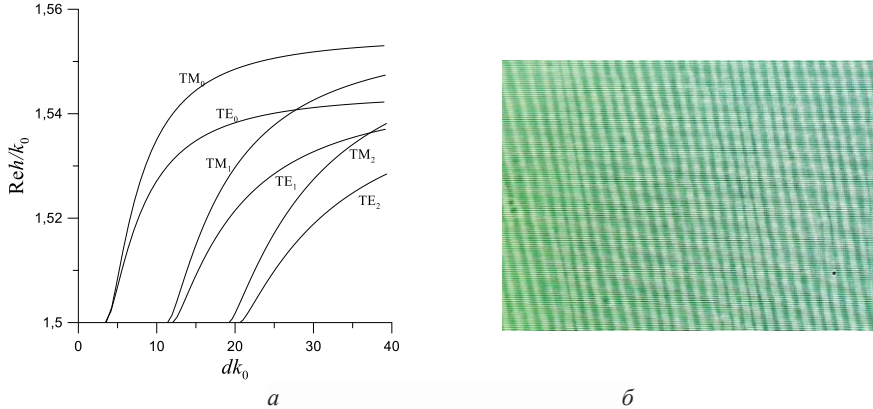


Рис. 1. Зависимости постоянной распространения моды (а) от толщины слоя жидкого кристалла и его изображение в поляризованном свете (б)

Как видно, анизотропия существенно влияет на постоянную распространения мод ТМ-поляризации. Это позволяет определить параметры анизотропного слоя на основе измерения действительных постоянных распространения мод ТЕ- и ТМ-поляризации на основе минимизации функционала

$$I(\varepsilon_o, \Delta\varepsilon, d) = \sum_{\rho=0}^1 \sum_{m=0}^n \left(\text{Re} h_{\rho,m}^e - \text{Re} h_{\rho,m}^t(\varepsilon_o, \Delta\varepsilon, d) \right)^2,$$

где $\text{Re} h_{\rho,m}^e$ – измеренные действительные части постоянной распространения при заданных номере m и поляризации моды ρ ($\rho = 1, 2$), $\text{Re} h_{\rho,m}^t(\varepsilon_o, \Delta\varepsilon, d)$ – рассчитанные значения постоянных распространения мод на основе дисперсионных уравнений для заданных параметров анизотропии. Исследованы возможности этого подхода для восстановления параметров анизотропных слоёв. Величина двулучепреломления измерена также независимым методом поляризационной интерферометрии. Получена удовлетворительная корреляция результатов.

Список литературы

1. Khomchenko A.V. // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Physics. 2016. V. 80. № 4. P. 426-430.