

Микроструктурированные дифракционные жидкокристаллические элементы для фотонных приложений

И.И. Рушнова, О.С. Кабанова, Е.А. Мельникова, А.Л. Толстик

Белорусский государственный университет, Минск

E-mail: Rushnova@bsu.by

В работе созданы дифракционные многослойные периодические ЖК-микроструктуры, функциональную основу которых составляют тонкопленочные слои нематического полимеризуемого жидкого кристалла (ПЖК) с многодоменной (локально-неоднородной) ориентацией директора и исследованы их оптические свойства. Создание пространственно-упорядоченных ЖК-доменов с размерами 5–10 мкм, формирующих фазовую решетку, реализовано на основе технологии послойной фотоориентации водорастворимого азокрасителя. Экспериментально проанализированы возможности использования разработанных дифракционных ЖК-структур для пространственно-поляризационного управления лазерным излучением.

Совокупность двух тонкопленочных слоев нематического полимеризуемого жидкого кристалла (ПЖК) (RM257, Merck, США) с многодоменной ориентацией директора образует двумерную фазовую ЖК-решетку. Формирование периодических ЖК-доменов в пределах каждого слоя реализовывалось с помощью двухэтапного процесса облучения фотоориентируемых пленок азокрасителя [1] с использованием амплитудной маски. На рис.1 приведены дифракционные картины одно- и двумерной ЖК-решеток, созданных с помощью послойной фотоориентации водорастворимого азокрасителя.

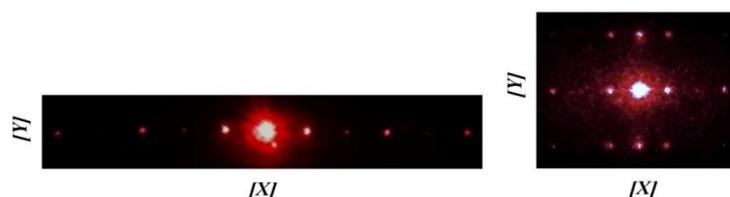


Рис.1. Дифракционные картины одномерной (слева) и двумерной (справа) фазовых ЖК-решеток

На дифракционных картинах наблюдаются максимумы 0-го и нечетных порядков дифракции, тогда как максимумы четных порядков практически не визуализируются, что является особенностью решеток с прямоугольным профилем. Периодические ЖК-микроструктуры функционируют как одно- (нанесение одного слоя ПЖК) и двумерные дифракционные решетки (нанесение второго слоя ПЖК) с прямоугольным профилем штриха и эффективностью дифракции в первый порядок

$\eta_1 \sim 3 - 7 \%$. Результаты экспериментального исследования состояния поляризации дифрагированных световых пучков иллюстрирует рис. 2.



Рис.2. Поляризационные диаграммы дифрагированного света (0-ой, 1-ый, 3-ий порядки) на выходе фазовой ЖК-решетки

Рассмотрены три варианта состояния поляризации падающего на ЖК-элемент светового пучка: $\mathbf{E} \parallel \text{OX}$, $\mathbf{E} \parallel \text{OY}$, угол между вектором \mathbf{E} и OY составлял $\alpha = 45^\circ$. Как и ожидалось, прошедший световой пучок (нулевой порядок дифракции) для всех рассмотренных случаев поляризован в том же направлении, что и падающий лазерный пучок. Сохранялась поляризация и для дифрагированных пучков в случаях, когда падающий пучок поляризован вдоль осей OX и OY ($\mathbf{E} \parallel \text{OX}$, $\mathbf{E} \parallel \text{OY}$). Для случая, когда вектор \mathbf{E} составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с осью OY , поляризация дифрагированного пучка поворачивалась на 90° , как для первого, так и третьего порядков дифракции. Полученные поляризационные зависимости объясняются особенностью дифракции на анизотропных дифракционных структурах [2, 3].

Таким образом, разработана методика создания микроструктурированных дифракционных ЖК-элементов, основанная на технологии послойной текстурированной фотоориентации водорастворимого азокрасителя. Изготовлены и исследованы одно- и двумерные анизотропные фазовые ЖК-решетки для пространственно-поляризационного управления лазерным излучением.

Работа выполнена при финансовой поддержке ГПНИ «Конвергенция–2020» (задание 3.03.5 «Разработка материалов и технологий создания микроструктурированных жидкокристаллических элементов для фотонных приложений»).

1. Mikulich V., Murawski A., Muravsky A., Agabekov V. // J. Appl. Spectrosc. 2016. Vol. 83. No. 1. P. 115–120.
2. Ормачева О., Толстик А.Л. // Известия РАН. Сер. физическая. 2005. Т. 69. № 8. С. 1144–1146.
3. Gorbach D.V., Nazarov S.A., Romanov O.G., Tolstik A.L. // Nonlinear Phenomena in Complex Systems. 2015. Vol. 18. No. 2. P.149–156.