

ко, приборы, построенные в соответствии с ними сложны в использовании и громоздки. Во многих случаях для получения окончательного результата требуются вычисления.

Авторами разработано малогабаритное устройство, максимально простое и удобное для использования в сборочных цехах. Устройство, схема которого показана на рис. 1, работает по методу компенсации. В нем производится измерение момента, которым при вращении внутреннего кольца увлекается наружное.

Подшипник устанавливается на выходной вал шпинделя 1, который приводится во вращение электродвигателем. На наружное кольцо подшипника устанавливается оправка 2, соединенная тросиком 3 с силоизмерительным устройством, состоящим из упругого элемента (плоскопружинного параллелограмма 4) и бесконтактного индуктивного датчика 5. Так как момент трения равен произведению измеряемого усилия на радиус оправки 2, то отчетное устройство прибора 6 типа БИМП-2 проградуировано в единицах измерения момента. Нагрузка на подшипник создается весом оправки 2.

Разработанное устройство использовалось при исследовании различных способов снижения момента сопротивления вращению радиально-упорных шарикоподшипников. Результаты исследований были опубликованы ранее.

Литература

1. А.И.Спришевский. Подшипники качения. М.: Машиностроение, 1969.

УДК 621.391:532.783

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРООПТИКИ МИКРООБЪЕМОВ МОДУЛИРУЮЩИХ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Развин Ю.В., Потачиц В.А.*, Лавровский Л.А.*
Белорусский национальный технический университет
**Институт электроники НАН Беларуси*
Минск, Беларусь

Для современных систем оптической обработки информации актуальны задачи создания перестраиваемых оптических элементов. Практическая реализация таких устройств особенно важна при формировании когерентных световых полей с заданным распределением интенсивности. Новые возможности создания таких функциональных элементов открываются при раз-

работке пространственных жидкокристаллических модуляторов, выполненных на основе квазирегулярных ЖК-микрообъемов. Одним из решений данной задачи являются структуры на основе жидких кристаллов, капсулированных в полимерной матрице. Однако такие среды обладают не только неоднородным пространственным распределением микрообъемов ЖК, но и характеризуются значительной неоднородностью свойств этих микрообъемов.



Рис. 1.

В работе рассматриваются особенности ориентации жидкокристаллических молекул и формирования ЖК-микрообъемов в регулярных структурообразующих матрицах. В качестве таких структурообразующих матриц используются волоконно-оптические подложки и микроструктурированные пленки анодного оксида алюминия. На рис. 1 приведены микрофотографии применяемых структур. Волоконно-оптическая подложка состоит из набора волокон диаметром до 4 мкм. Как показали выполненные на электронном растровом микроскопе структурные исследования, волоконно-оптические подложки имеют сложную гексагональную структуру поверхности с характерной неравномерностью, величина которой может достигать 0.05 мкм и более. Сформированные на такой поверхности прозрачные электроды и ориентирующие слои сохраняют неоднородный микромозаичный рельеф. Микроструктурированные пленки анодного оксида алюминия содержат регулярные микроканалы (нижняя микрофотография). В работе использовались пленки АА толщиной 80...100 мкм с диаметром микроканалов 5...20 мкм. Исследуемые образцы представляют собой планарную электрооптическую сэндвич-структуру, ограниченную оптическими подложками (с нанесенными на них проводящими и ориентирующими слоями), между которыми находится модулирующий слой. Наиболее интересные результаты получены для структур на основе волоконно-оптических подложек, работающих в режиме планарного переключения.

Исследование режима планарного переключения представляет интерес, прежде всего, с развитием технологии TFT ЖК-микродисплеев. При данном режиме переключения в ЖК-слое возникают искажения ориентации, приводящие к изменению пространственных характеристик жидкокристаллических структур. Исходная ориентация слоев нематических ЖК (с диэлектри-

ческой анизотропией $\Delta\epsilon \sim 1 \dots 1,5$) гомеотропная. Исследуемые образцы характеризовались следующим геометрическими параметрами: ширина электродов — $10 \dots 50$ мкм, длина электродов — $10 \dots 20$ мм, ширина межэлектродного промежутка — $15 \dots 100$ мкм, толщина слоя ЖК — $5 \dots 10$ мкм. В таком модуляторе условно можно выделить в начальном искажении ориентации ЖК-молекул регулярную (связанную с топологией электродов) и структурную (определяемую микроструктурой поверхности ВОП) составляющие.

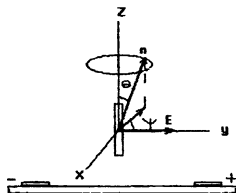


Рис. 2.

На рис.2 показана ориентация ЖК-молекул светового микроклапана, работающего в режиме планарного переключения. В исходной гомеотропной ориентации молекул ЖК на краях волокон, выступающих над поверхностью межэлектродного промежутка, возникает, так называемая, коническая деформация, для которой характерен наклон молекул относительно оси OZ. При подаче на электроды управляющего электрического напряжения в приэлектродных областях микрообъема ЖК возникают (из-за различного по знаку угла преднаклона молекул ЖК) два домена. Граничная область между этими доменами представляет собой стенку. Для пристеночных молекул жидкого кристалла за счет одновременной переориентации в разных направлениях создается диэлектрически стабильная ситуация (несмотря на то, что $E \perp n$ и $\Delta\epsilon > 0$). Коническая деформация при наличии анизотропии электропроводности приведет к образованию электрического поля вдоль оси OX. Представим искажения директора ЖК в пристеночной области следующим образом:

$$n_x = \sin\theta \sin\psi(x); \quad n_y = \sin\theta \cos\psi(x); \quad n_z = \cos\theta$$

Распределение молекул ЖК в этой области можно оценить, исходя из одноконстантного приближения уравнения Франка для свободной энергии микрообъема ЖК

$$F = \int (K/2)[(\operatorname{div}n)^2 + (\operatorname{rot}n)^2 - (n \cdot E)^2 \Delta\epsilon/4\pi K] dx,$$

где K-индекс Франка

Для малых углов ψ получаем:

$$d^2\psi/dx^2 + k^2\psi = 0$$

где $k^2 = E_x^2 \Delta\epsilon/4\pi K$

Общее решение этого дифференциального уравнения можно представить в виде:

$$\psi = \psi_0 \text{Sin}kx$$

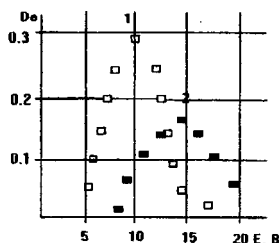


Рис.3.

Таким образом, начальная коническая неустойчивость в ориентации молекул ЖК приводит к развитию синусоидальных деформаций вдоль оси ОХ. Если при $U = 5$ В наблюдается образование стенки, то при напряжениях свыше 7В происходит ее синусоидальная квазипериодическая деформация. При напряжении ~ 15 В синусоидальная деформация распространяется на всю межэлектродную область и преобразуется в систему 180° -стенок. При этом дифракционная решетка, состоящая из стенок одного направления, превращается в двухмерную. На рис.3 представлены зависимости дифракционной эффективности для 1-го и 2-го порядков дифракции зондирующего излучения на формируемой структуре от величины управляющего поля. Как видно, при помощи такой структуры можно получить перестраиваемую дифракционную решетку и осуществлять эффективную перекачку излучения между порядками дифракции.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект Ф01-312).