

УДК 535.241.13

ПРЯМАЯ ОПТИЧЕСКИ УПРАВЛЯЕМАЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ СВЕТА В УСЛОВИЯХ ПОЛНОГО ВНУТРЕННЕГО ОТРАЖЕНИЯ ОТ ГРАНИЦЫ СТЕКЛО-НЖК

О. В. ГАРИБЯН, А. Г. ГРИГОРЯН, Ю. С. ЧИЛИНГАРЯН

Ереванский государственный университет

(Поступила в редакцию 29 сентября 1988 г.)

Обсуждается возможность непосредственной амплитудной модуляции, монохроматического некогерентного поляризованного света при полном внутреннем отражении (ПВО) от границы стекло — нематический жидкий кристалл (НЖК). Приводятся характеристики и работа модулятора, реализованного на НЖК. Указаны условия, необходимые для работы и реализации непосредственной амплитудной модуляции некогерентных световых пучков.

1. Исследование и использование широкого круга физических явлений в средах, обладающих электрооптическим эффектом и, в частности, в жидких кристаллах, представляет большой интерес в плане создания оптических устройств управления лазерным излучением и систем обработки информации в связи с их значительными информационными возможностями.

Существующие устройства управления параметрами световых пучков (преимущественно лазерных) и оптические системы отображения информации основываются, главным образом, на пространственной модуляции оптических характеристик в объеме или на поверхности разных электрооптических и оптически упругих сред с последующим считыванием в реальном масштабе времени [1, 2].

Из формулы Френеля для амплитуд волны, претерпевающей ПВО:

$$\frac{(E_{10})_{\perp}}{(E_{00})_{\perp}} = \frac{\cos \varphi + i \sqrt{\sin^2 \varphi - n_{12}^2}}{\cos \varphi - i \sqrt{\sin^2 \varphi - n_{12}^2}},$$

где φ — угол падения, а $(E_{10})_{\perp}$ и $(E_{00})_{\perp}$ — соответственно отраженная и падающая амплитуды световой волны, поляризованной в плоскости падения, очевидно, что при незначительном нарушении ПВО (например из-за изменения n_2) возможно резкое изменение интенсивности. Разумеется величина нарушения ПВО и близость показателей преломления определяется конкретной задачей и условиями реализации.

На рис. 1 приведена зависимость нормированной величины интенсивности отраженной волны от показателя преломления второй среды. Изменение n_2 на 0,02 приводит к изменению интенсивности на $\approx 50\%$.

Исходя из этого очевидно, что имеется возможность непосредственной амплитудной модуляции пространственного распределения световых пуч-

ков при ПВО, если будет реализовано изменение показателя преломления на границе раздела.

2. Свойство НЖК переориентироваться в статических и квазистатических электро-и магнитных полях [3] позволяет использовать их в качестве второй среды. Для изменения показателя преломления на границе раздела со стеклянной подложкой необходимо, по возможности, уменьшить энергию сцепления молекул НЖК со стеклом, что достигается применением несмачиваемых и хорошо отполированных подложек (см. напр., [4]).

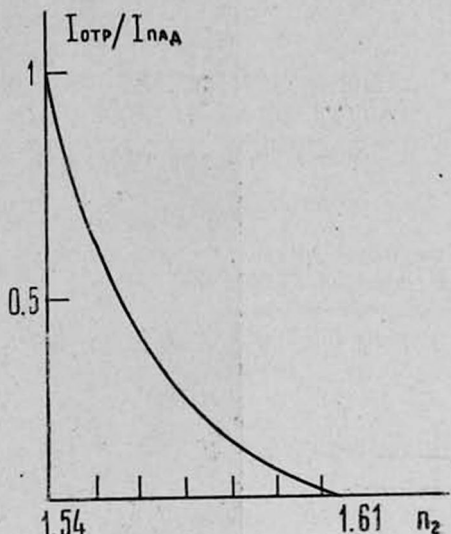
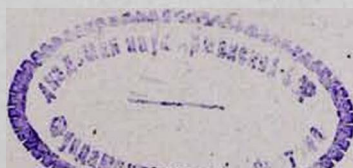


Рис. 1. Зависимость интенсивности отраженного света от показателя преломления второй среды ($n_1 = 1,61$).

Гомеотропно ориентированный слой НЖК 5ЦБ толщиной 20 мкм, заключенный между хорошо отполированной несмачиваемой стеклянной призмой с показателем преломления $n_1 \approx 1,61$ и подложкой с фоточувствительным полупроводниковым слоем $CdTe$, позволял для светового пучка, поляризованного в плоскости падения (вектор E перпендикулярен плоскости падения), осуществлять ПВО при угле $\approx 73^\circ$ (показатель преломления обыкновенной волны $n_0 \approx 1,54$). Ориентация НЖК задавалась и поддерживалась химически обработанной подложкой со слоем фотополупроводника. Поверхность призмы несколько содействовала установлению гомеотропной ориентации из-за несмачиваемости, однако не мешала переориентации директора на границе.

Запись пространственной информации осуществлялась ее просцированием на слой $CdTe$, который создавал электрическое поле соответствующего распределения, величина которого была достаточна для переориентации директора.

Полное или частичное нарушение условия ПВО приводило к прямой амплитудной модуляции по сечению считывающего пучка, интенсивность которого может быть очень высока (в выбранной геометрии эксперимента она ограничивается порогом светового перехода Фредерикса (СПФ) [4] и возникновением теплового изменения показателя преломления лишь при записи и воспроизведении аналоговой информации, т. е. градиций интенсивности, а при абсолютном контрасте, т. е. штриховых изобра-



жениях, практических ограничений нет, так как и тепло, и СПФ при ПВО «работают» в сторону увеличения глубины модуляции).

Для описанного выше образца ячейки с НЖК получено разрешение ≈ 25 лин./мм, при видности $\approx 0,3$. На рис. 2 представлена фотография изображения стандартной меры, воспроизведенная с помощью ЖК ячейки при ПВО. Видность этой картины составила $\approx 0,3$. Необходимо отме-

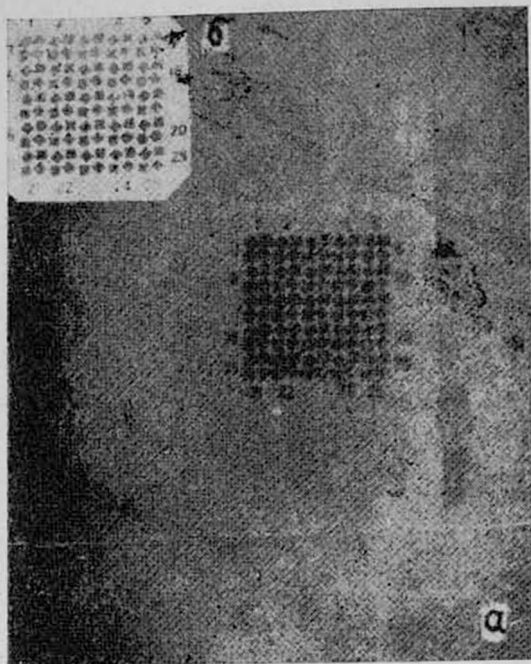


Рис. 2. Фотография (а), воспроизведенного изображения (б).

тить, что слой полупроводника $CdTe$ позволял, в случае низкого контраста, для осуществления записи использовать дополнительно засветку слоя с целью приведения молекул НЖК к электрическому порогу Фредерикса. Однако это приводило к еще большему уменьшению контраста изображения, но позволяло все-таки считывать информацию.

Для описанной схемы нет ограничений и на когерентность пучков. Можно использовать немонохроматические некогерентные, но поляризованные пучки света.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А. Л., Компанец И. Н., Парфенов А. В. Квантовая электроника, 10, 1079 (1983).
2. Петров М. П. Вестник АН СССР, № 1, 21—30, 1984.
3. Блинов Л. М. Электро- и магнитооптика жидких кристаллов. Изд. Наука, М., 1978.
4. Гарибян О. В., Табириян Н. В. Вестник ЕГУ, № 2, 154—155, 1984.

ԼՈՒՅՍԻ ԱՆՄԻՋԱԿԱՆ ՕՊՏԻԿԱՊԵՍ ՂԵԿԱՎԱՐՎՈՂ ՏԱՐԱԾԱ-
ԱՄՊԼԻՏՈՒԴԱՅԻՆ ՄՈՒՈՒՅԱՑԻԱՆ ԱՊԱԿԻ-ՆՂՔ ՍԱՀՄԱՆԻՑ ԼՐԻՎ
ՆԵՐՔԻՆ ԱՆԴՐԱԴԱՐՁՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Օ. Վ. ՂԱՐԻԲՅԱՆ, Ա. Գ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, ՅՈՒ. Ս. ՉԻԼԻՆԳԱՅԱՆ

Քննարկվում է ոչ միագույն ոչ կոհերենտ բեռնացված լույսի ամպլիտուդայի անմիջական մոդուլյացիայի հնարավորությունը ապակի-նշխ առանցքից նրա լրիվ անդրադարձման ժամանակ: Ներկայացված են նեմատիկ հեղուկ բյուրեղի միջոցով զործարկված մոդուլյատորի աշխատանքը և բնութագրերը: Նշվում են ոչ կոհերենտ լույսի փնջերի անմիջական ամպլիտուդային մոդուլյացիայի իրագործման համար անհրաժեշտ պայմանները:

DIRECT OPTICALLY-CONTROLLED SPACE-AMPLITUDE
MODULATION OF LIGHT UNDER CONDITIONS OF TOTAL
INTERNAL REFLECTION FROM GLASS-NLC BOUNDARY

O. V. GARIBYAN, A. G. GRIGORYAN, YU. S. CHILINGAKYAN

The possibility of direct amplitude modulation of nonmonochromatic incoherent polarized light in case of total internal reflection from the glass-NLC boundary is discussed. The characteristics and operation of the modulator realized on the basis of nematic liquid crystal are considered. Necessary conditions for the realization of direct amplitude modulation of the beams of incoherent light are given.

Изв. АН Армянской ССР, Физика, т. 24, вып. 5, 227—233 (1989)

УДК 535.341

ВЫЧИСЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ СПЕКТРАЛЬНЫХ
ЛИНИЙ ПРИМЕСНЫХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ

Լ. Գ. ԴԵՄԻՐԽԱՆՅԱՆ, Տ. Տ. ՕԳԱՆԵՏՅԱՆ, Փ. Ս. ՏԱՓԱՐՅԱՆ

Институт физических исследований АН АрмССР

(Поступила в редакцию 15 декабря 1988 г.)

Предложен метод вычисления сил линий электродипольных переходов для активированных кристаллов, отличающийся от традиционного подхода Джадда-Оффелта. При этом единственным параметром теории служит величина $Z\alpha_0$ (Z — эффективный заряд ионов первой координационной сферы примесного иона, α_0 — атомная поляризуемость примесного иона). Проведены количественные оценки вероятностей спонтанных переходов для кристалла $K_3La(PQ_4)_2 - Nd^{3+}$.

1. Введение

Хорошо известно, что в диэлектрических кристаллах, активированных редкоземельными (R^{3+}) ионами, наблюдаются интенсивные спектральные линии, обусловленные переходами между электронными состояниями примесных ионов ($f-f$ -переходами). Но электродипольные переходы между электронными состояниями одинаковой четности запрещены