

МОДУЛЯЦИЯ СВЕТА ПРИ ЭЛЕКТРОУПРАВЛЯЕМОМ
ФОТОИНДУЦИРОВАННОМ РАССЕЯНИИ
В ЦТСЛ-КЕРАМИКЕ

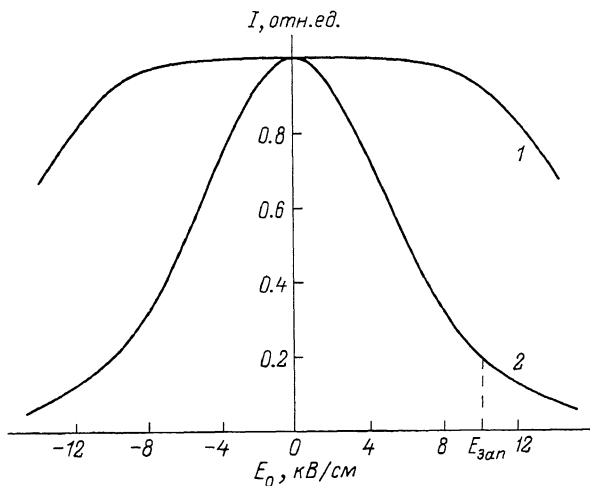
А.В. Князьков, М.Н. Лобанов

Управляемая модуляция света наиболее эффективно осуществляется в электрооптических средах и обычно представляет собой поляризационно-фазовую модуляцию, которая интерференционными или поляризационно-оптическими методами преобразуется в амплитудную модуляцию. Амплитудная модуляция светового потока может быть также реализована непосредственно при рассеянии света на управляемых фазовых структурах. Наиболее просто это достигается в полидоменных и в поликристаллических электрооптических материалах, рассеяние света в которых зависит от степени поляризации [1] и фазового состояния материала [2]. При этом модулируемый световой поток подвергается частичной деполяризации, что ограничивает применение электроуправляемого светорассеяния в когерентно-оптических системах ввода и обработки информации.

Амплитудная модуляция с меньшей степенью деполяризации может быть реализована при дифракционном рассеянии на периодических фазовых структурах [3, 4]. Создание подобных структур в электрооптических материалах может быть осуществлено методом фоторефракции. Однако создание модуляторов с управляемыми голографическими решетками предполагает наличие дополнительных оптических элементов (светоделителей, зеркал), что выдвигает требование жесткости устройства, усложняет его юстировку и приводит к увеличению потерь.

В настоящей работе показана возможность построения модуляторов с управляемым дифракционным рассеянием на „шумовых” голограммах в фоторефрактивных средах с квадратичным электрооптическим эффектом. Эти голограммы формируются при интерференции падающего и рассеянного излучения. Эффект фотоиндуцированного рассеяния света (ФИРС) на „шумовых” голограммах проявляется во многих электрооптических средах и в значительной степени ограничивает их применение в модуляторах и в системах голографической памяти. С другой стороны, эффект ФИРС в средах с линейным электрооптическим эффектом может быть использован для создания ограничителей света [5], в которых достигается ослабление прошедшего света 98–99%.

В качестве среды для модулятора с управляемым ФИРС использовалась прозрачная сегнетокерамика ЦТСЛ составов 9–10/65/35. Эти составы при комнатной температуре находятся в параэлектрической фазе и обладают достаточной чувствительностью к эффекту фоторефракции в сине-зеленой области видимого спектра. Формирование „шумовых” голограмм осуществлялось в пластинках ЦТСЛ-керамики толщиной ≈ 0.4 мм с торцевыми поперечными электродами,



расстояние между которыми составляло ≈ 2 мм. Источниками модулируемого света служили He-Cd и Ar лазеры. Плоскость поляризации светового пучка и направление управляющего электрического поля в межэлектродном пространстве выбирались параллельными. В процессе формирования „шумовых“ голограмм наблюдалось монотонное падение интенсивности прямо прошедшего света до некоторого стационарного значения, определяемого значением электрического поля $E_{зав}$. Время выхода модулятора на рабочий режим, определяемое процессом формирования управляемых структур ФИРС для излучения He-Cd лазера ($\lambda = 442$ нм) с плотностью интенсивности несколько мВт/мм², составляло ≈ 10 мин.

Исследовались модуляционные характеристики электроуправляемого рассеяния света. Типичные полевые зависимости интенсивности прямо прошедшего света в начальный момент времени и в стационарном состоянии показаны на рисунке. Верхняя кривая 1 соответствует собственному электроуправляемому рассеянию ЦТСЛ-керамики, а нижняя кривая 2 – электроуправляемому ФИРС. Наблюдался небольшой гистерезис полевых зависимостей, обусловленный проявлением сегнетоэлектрических свойств ЦТСЛ-керамики. Максимальная глубина модуляции достигала 95%.

Высокая эффективность управляемой амплитудной модуляции обусловлена тем, что вследствие квадратичности электрооптического эффекта в ЦТСЛ-керамике „шумовые“ голограммы в отсутствие электрического поля находятся в скрытом состоянии с нулевой дифракционной эффективностью для падающего модулируемого излучения, т.к. имеют удвоенную пространственную частоту и не удовлетворяют условиям дифракции Брэгга для падающего пучка [3]. Внешнее электрическое поле приводит к линеаризации квадратичного электрооптического эффекта и появлению компонент „шумовых“ го-

логграмм, удовлетворяющих условиям Брэгга. При этом глубина модуляции показателя преломления этих решеток определяется линеаризованным коэффициентом $R \cdot E_0$ и линейно зависит от внешнего поля.

Для нормальной работы модулятора существенным является однородная засветка всего межэлектродного промежутка. В случае невыполнения этого условия на границах освещенных областей происходит накопление пространственного заряда, поле которого компенсирует управляющее поле и приводит к уменьшению глубины модуляции.

Необходимо отметить, что в отличие от устройств, использующих брэгговскую дифракцию на фиксированных фазовых голограммах, применение фотоиндуцированного рассеяния обеспечивает автоматическое выполнение брэгговских условий дифракции из-за самосоглазованного характера записи голограмм. Обратимость фоторефрактивной записи обуславливает приспособляемость (адаптивность) к смещению модулируемого светового пучка и к изменению угла его падения. Управляемая дифракция света на „шумовых” голограммах происходит без заметной деполаризации дифрагируемого и прошедшего света, что дает возможность расширения функциональных возможностей и применения ее в системах оптической обработки и преобразования информации. Отсутствие дополнительных оптических элементов в описываемом модуляторе позволило получить коэффициент пропускания 65%.

Модулятор света с электроуправляемым фотоиндуцированным рассеянием был использован в стабилизаторе интенсивности лазерного излучения [6].

Л и т е р а т у р а

- [1] Smith W.D., Land C.E. - Appl. Phys. Lett., 1972, v. 20, p. 169-172.
- [2] Kumada A., Suzuki K., Toda G. Ferroelectrics, 1976, v. 10, N 1-4, p. 25-28.
- [3] Micheron F., Maueux C., Troitier J.C. - Appl. Opt., 1974, v. 13, N 4, p. 784-787.
- [4] Князьков А.В., Кожевников Н.М., Кузьминов Ю.С., Куликов В.В., Полозков Н.М., Сергушенко С.А. - ЖТФ, 1984, т. 54, в. 7, с. 1379-1381.
- [5] Cronin - G o l o m b M., Y a r i v A. - J. Appl. Phys., 1985, v. 57, N 11, p. 4906-4910.
- [6] Базарова Л.Ф., Иванов А.В., Князьков А.В., Лобанов М.Н., Ушаков М.Н. - В кн.: Тез. докл. У Всес. конф. „Оптика лазеров”, Л., 1986, с. 283.

Ленинградский политехнический институт им. М.И. Калинина

Поступило в Редакцию
2 октября 1987 г.