

- [1] Смирнов В.С., Тумайкин А.М. // ЖЭТФ. 1986. Т. 90. № 3. С. 866-870.
- [2] Агапьев Б.Д., Матисов Б.Г. // Письма в ЖЭТФ. 1986. Т. 44. № 2. С. 66-68.
- [3] Агапьев Б.Д., Горный М.Б., Матисов Б.Г. // ЖЭТФ. 1987. Т. 92. № 6. С. 1995-2004.
- [4] Агапьев Б.Д., Горный М.Б., Матисов Б.Г. // ЖЭТФ. 1989. Т. 95. № 1. С. 81-92.
- [5] Безвербный А.В., Смирнов В.С. // ЖЭТФ. 1989. Т. 96. № 7. С. 116-121.
- [6] Измайлов А.Ч. // Опт. и спектр. 1989. Т. 66. № 4. 784-789.
- [7] Радциг А.А., Смирнов Б.М. Параметры атомов и атомных ионов. М.: Энергоатомиздат, 1986. 344 с.
- [8] Померанцев Н.М., Рыжков В.М., Скроцкий Г.В. Физические основы квантовой магнитометрии. М.: Наука, 1972. 448 с.
- [9] Раутиан С.Г., Смирнов Г.И., Шлагин А.М. Нелинейные резонансы в спектрах атомов и молекул. Новосибирск: Наука, 1979. 310 с.

Поступило в Редакцию
26 декабря 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 6

26 марта 1991 г.

07; 08

© 1991

АКУСТООПТИЧЕСКИЙ ГОЛОГРАФИЧЕСКИЙ ОПЕРАТИВНЫЙ КОРРЕЛЯТОР

Л.В. Балакин, А.А. Зборовский,
Б.Б. Иванов, Е.В. Цукерман

Голографические корреляторы (ГК) вследствие высокого быстродействия получили широкое распространение в задачах, связанных с обработкой двумерных изображений [1].

Одной из характерных особенностей подобных устройств является нелинейность светочувствительных сред, используемых для записи голографического пространственного фильтра (ПФ). Поэтому на регистрирующем материале можно записать ограниченный участок пространственно-частотного спектра (ПЧС) изображения [2]. Определенные трудности в ГК возникают из-за наличия нулевого

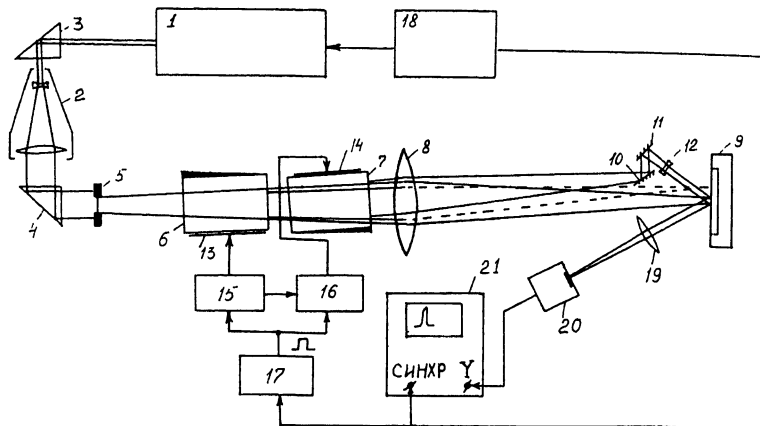


Схема акустооптического голографического оперативного коррелятора. 1 - лазер; 2 - телескоп; 3, 4 - призмы; 5 - транспарант; 6, 7 - АО-ячейки; 8, 19 - Фурье-объективы; 9 - ФТИРОС; 10, 11 - зеркала; 12 - линза; 13, 14 - пьезопреобразователи; 15, 16 - усилители-генераторы; 17 - генератор; 18 - блок синхронизации; 20 - фотоприемник; 21 - осциллограф.

порядка спектра, не несущего полезной информации. Поскольку он содержит значительную часть общей энергии, то при обработке изображения возникают шумы рассеяния, вызывающие ухудшение выходных параметров ГК.

Для расширения диапазона записываемых частот при синтезе ПФ в работе используются акустооптические (АО) ячейки, работающие в режиме дифракции Брэгга и обладающие высокой угловой селективностью по отношению к падающему на них излучению [3].

В основу ГК положен когерентно-оптический процессор, рассмотренный в работе [4].

Схема акустооптического оперативного ГК приведена на рисунке. Устройство работает последовательно в режиме записи ПФ и в режиме обработки изображения.

В режиме записи фильтра импульс излучения от лазера 1 расширяется телескопом 2 и призмами 3, 4 направляется на транспарант с эталонным изображением 5. Промодулированное изображением излучение поступает на АО-ячейку 6, повернутую на угол Брэгга относительно оптической оси падающего излучения. При распространении ультразвуковых гармонических колебаний в ячейке 6 происходит дифракция света на движущейся ультразвуковой решетке, в результате чего на выходе ячейки образуются нулевой и первый порядки дифрагированного излучения. АО-ячейка 7 повернута на угол Брэгга относительно первого дифракционного порядка, и на ее выходе формируется нулевой, первый и второй дифракционные порядки. Нулевой (неотклоненный обеими ячейками) и первый

дифракционные порядки Фурье-объективом прямого преобразования 8 фокусируются на оперативной регистрирующей среде 9. Первый дифракционный порядок, содержащий незначительную часть общей энергии, блокируется, а нулевой порядок используется в качестве предметного пучка. Так как при подобной установке АО-ячеек минимум их функции пропускания приходится на углы падения, соответствующие низкочастотной области ПЧС изображения, формируемого Фурье-объективом 8, это приводит к подавлению низкочастотных компонент и перекачке их энергии во второй дифракционный порядок.

Образованный АО-ячейками второй дифракционный порядок с помощью зеркал 10, 11 и отрицательной линзы 12 используется в качестве опорного пучка, который также поступает на регистрирующую среду 9. Результат интерференционного взаимодействия предметного и опорного пучков записывается на регистрирующей среде в виде ППФ.

Ультразвуковая волна в АО-ячейках 6 и 7 возбуждается пьезопреобразователями 13, 14 при подаче на них высокочастотных синусоидальных сигналов с усилителей-генераторов 15, 16, которые промодулированы прямоугольными импульсами с генератора 17. Несущие частоты сигналов, питающих АО ячейки, одинаковы, а направления распространения ультразвука в ячейках противоположны. Поэтому частота излучения во втором дифрагированном порядке совпадает с частотой излучения нулевого порядка, что необходимо для качественной записи ППФ. Интенсивность дифрагированного излучения линейно зависит от мощности сигналов, подаваемых на АО-ячейки, позволяя тем самым регулировать соотношение амплитуд опорного и предметного пучков и оптимизировать параметры синтезируемого фильтра. Синхронизация работы лазера, АО-ячеек и генератора 17 осуществляется блоком синхронизации 18.

В режиме обработки изображения управляющий сигнал на АО-ячейку 7 не подается и опорный пучок не формируется. Промодулированный входным изображением нулевой порядок дифрагированного излучения (предметный пучок) проходит через ППФ и выходной корреляционный сигнал регистрируется фотоприемником 20, размещенным в фокальной плоскости Фурье-объектива обратного преобразования 19.

Параметры основных функциональных элементов коррелятора: лазер-импульсный твердотельный с длиной волны излучения $\lambda = 1.06$ мкм; АО-ячейки - из кристаллического кварца, ширина акустического пучка - 40 мм, несущая частота $f_0 = 50$ МГц; фокусные расстояния Фурье-объективов 7.17 - соответственно $f_1' = 1.50$ и $f_2' = 200$ мм; регистрирующая среда - ФТИРОС [5], чувствительность - $5 \cdot 10^{-5}$ Дж/см², дифракционная эффективность - порядка 1 %, управление - термобатареей Пельтье. В качестве транспарантов использовались фотослайды с изображениями различных геометрических фигур.

Проведенные экспериментальные исследования подтвердили работоспособность и эффективность акустооптического оперативного ГК.

Отсутствие прожога ФТИРОСа при записи ППФ свидетельствует о подавлении низкочастотных компонент ПЧС изображения. При этом использование энергии этих компонент в качестве опорного пучка позволило примерно в 2 раза снизить требования к энергетике лазера. Показана также возможность электронным способом регулировать полосу пространственных частот ППФ путем выбора соотношения интенсивностей опорного и предметного пучков, что весьма важно при синтезе фильтра в реальном масштабе времени.

В заключение авторы выражают признательность Ф.А. Чудновскому за полезные обсуждения результатов работы.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Применение методов Фурье-оптики. Под ред. Г. Старка. М.: Радио и связь, 1988. 536 с.
- [2] Миллер Б.М., Цукерман Е.В., Чернявский Ю.В. // ЖТФ. 1985. Т. 55. № 7. С. 1322-1328.
- [3] Балакшиев В.И., Парыгин В.Н. Оптическая обработка информации. М.: МГУ, 1987. 144 с.
- [4] Агринский П.В., Захарченя Б.П., Цукерман Е.В., Чудновский Ф.А. // Письма в ЖТФ. 1983. Т. 9. В. 12. С. 716-720.
- [5] Агринский П.В., Захарченя Б.П., Чудновский Ф.А. Фазовый переход металл-полупроводник и его применение. Л.: Наука, 1979. 184 с.

Поступило в Редакцию
5 февраля 1991 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 6

26 марта 1991 г.

05.2; 07

© 1991

ВЛИЯНИЕ ВЫЛЕЖИВАНИЯ НА РЕНТГЕНООПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ТАНТАЛА И АЛЮМИНИЯ

А.Г. Любимов, Юэн Кшян - Янг,
А.С. Илюшин, У Дзи - Цин

В настоящее время неуклонно возрастает интерес к свойствам многослойных интерференционных структур (МИС), которые состоят из чередующихся слоев двух веществ. Такие структуры весьма перспективны с точки зрения их использования в качестве отражающих и дисперсионных элементов для мягкого рентгеновского излу-