

УДК 535.4

Безлинзовые Фурье голограммы на вращающемся диске для оптических переключений

Сыдык уулу Нурбек, научный сотрудник;
Кутанов Аскар Асанбекович, доктор технических наук, академик НАН КР;
Снимщиков Игорь Алексеевич, научный сотрудник
Институт физико-технических проблем и материаловедения Национальной Академии наук
Кыргызской Республики, Кыргызская Республика, г. Бишкек
Казакбаева Замиргуль Мукамбетовна, кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры компьютерной инженерии
Кыргызско-Турецкий университет Манас, Кыргызская Республика, г. Бишкек

Аннотация. Предложен метод использования безлинзовых Фурье-голограмм с кольцевыми интерференционными полосами на вращающемся диске в когерентном оптическом процессоре. Запись безлинзовых Фурье-голограмм с кольцевыми интерференционными полосами обеспечивает инвариантность к сдвигу. Реконфигурируемые межсоединения реализуются путем свертки Фурье-спектра входного изображения и передаточной функции безлинзовых Фурье голограмм записанных с различной пространственной частотой. Мультиплексные голограммы, записанные на голографическом диске, можно использовать для сдвига между двумя цифровыми изображениями для алгоритмов оптических вычислений.

Ключевые слова: Безлинзовые Фурье-голограммы, голографический диск, оптический когерентный процессор, оптические вычисления.

Lensless Fourier holograms onrotating disk for optical inter connections

Sydyk uulu N., Kutanov A.A., Snimshikov I.A., Kazakbaeva Z.M.

Annotation. A novel method use of lensless Fourier holograms with ring form of interference fringes on rotating disk in coherent optical processor architecture is proposed. Recording of lensless Fourier holograms with ring form of interference fringes provide invariance to shift. Reconfigurable interconnections are realized by convolution of input image Fourier spectrum and transfer function of holograms recorded with different space frequency. Multiplex holograms recorded on photorefractive disk could provide shift operation between two images for optical computing algorithms.

Keywords: lensless Fourier holograms, holographic disk, coherent optical processor, optical computing.

Введение

Цель работы. Запись безлинзовых Фурье голограмм с круговой формой интерференционных полос.

Методология проведения работы. Метод реконфигурируемых межсоединений заключается в использовании безлинзовых Фурье голограмм с кольцевой формой интерференционных полос на вращающемся диске в схеме оптического когерентного процессора. Вследствие инвариантности к сдвигу безлинзовых Фурье-голограмм выходное изображение в выходной плоскости оптического процессора не будет перемещаться [1].

Результаты работы. Эксперименты показали, что изображения, отклоненные голограммами с кольцевой формой, были неподвижны при вращении диска. Запись мультиплексных голограмм с кольцевыми интерференционными полосами на фото рефрактивном диске имеет некоторые преимущества для реализации операций сдвига между изображениями для алгоритмов оптических вычислений, таких как является лазерный сканер для многоканального отклонения луча.

Результаты и обсуждение

Оптическая схема когерентного процессора показана на Рис.1, где P1, P2 и P3, представляют входную, Фурье, и выходную плоскости, соответственно, и монохроматический точечный источник S, расположенный на фокусном расстоянии перед коллимирующей линзой [2]. В Фурье плоскости помещен вращающийся диск с предварительно записанными с различной пространственной частотой безлинзовыми Фурье-голограммами для осуществления оптических переключений.

Если поместить объектный транспарант с амплитудным пропусканием $f(x, y)$ во входной плоскости P1 световое поле распределенное в плоскости P2, будет Фурье преобразованием $f(x, y)$

$$F(p, q) = \mathfrak{F}[f(x, y)]$$

где $p=(2p/f\lambda)x$ и $q=(2p/f\lambda)y$ угловые пространственно частотные координаты.

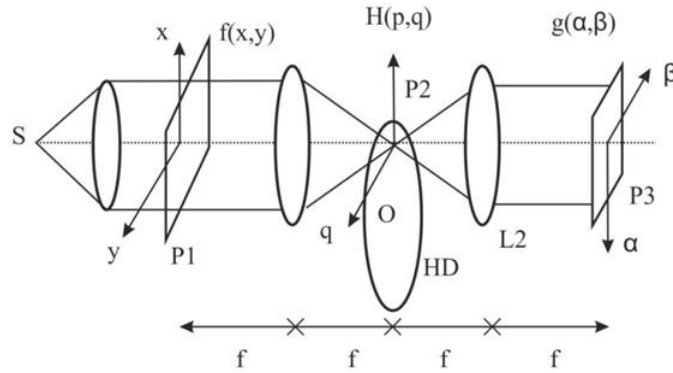


Рис. 1. Схема когерентного оптического процессора с безлинзовыми Фурье-голограммами с круговыми интерференционными полосами на вращающемся диске

Диаметр лазерного пучка в Фурье-плоскости зависит от размера входного транспаранта, длины волны λ и фокусного расстояния f Фурье-объектива:

$$D_0 = \sqrt{8/\pi} \lambda f / a$$

Использование объектива Фурье с большой числовой апертурой и коротким фокусным расстоянием является более предпочтительным, поскольку оно обеспечивает малый размер для спектра Фурье и, следовательно, требует больших торических голограмм меньшего размера с кольцевой формой интерференционных полос. В частотной плоскости за пространственным фильтром будем иметь

$$F(p, q) = KF(p, q)H(p, q)$$

где K - коэффициент пропорциональности. После обратного преобразования Фурье распределение света комплексной амплитуды в плоскости P3 можно записать в виде

$$g(\alpha, \beta) = k \iint f(x, y)h(\alpha - x, \beta - y) dx dy = kf(x, y)^* h(x, y)$$

где $h(x, y)$ - пространственная импульсная характеристика фильтра:

$$h(x, y) = \mathcal{F}^{-1}[H(p, q)]$$

Оптическая схема записи безлинзовых Фурье-голограмм с кольцевой формой интерференционных полос показана на Рис. 2.

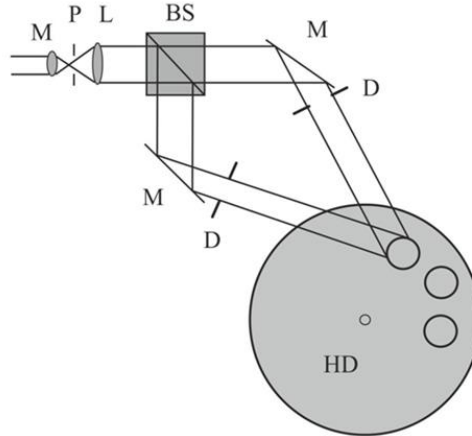


Рис.2. Оптическая схема для записи безлинзовых Фурье голограмм с круговой формой интерференционных полос на дисковом носителе

Два лазерных луча после светоделителя BS и диафрагмы D будут иметь взаимную пространственную когерентность. Две идентичные диафрагмы обеспечивают дифракционные изображения на круглом отверстии, которые интерферируют в плоскости записи. Распределение интенсивности дифракционной картины на круглом отверстии можно записать в виде:

$$I(u) \approx [2J_1(u)/u^2]$$

где $J_1(u)$ - функция Бесселя.

Интенсивность центрального пятна довольно высока, чем интенсивности следующих порядков дифракции света. Экспозиция берется для записи только света первого порядка, дифрагированного на отверстии. Таким образом, голограммы имели торическую форму и кольцевую форму интерференционных полос. Голограммы такого типа обладают свойствами безлинзовых Фурье-голограмм из-за геометрии схемы записи и дифракции света в дальнем поле на круглом отверстии, что обеспечивает инвариантность к сдвигу.

Выводы. Реконфигурируемость часто требуется для параллельных оптических вычислительных систем. Также важно направлять свет от одного порта к другому в цифровых системах связи, таких как системы коммутации с асинхронным режимом передачи (АТМ). Голография в реальном времени имеет ограничения из-за низкой скорости работы пространственных модуляторов света и сложности реконфигурируемости

схемы оптической записи в реальном времени. Поэтому использование голографического диска в качестве пространственного модулятора света с записью голограмм на предварительном этапе позволяет реализовать реконфигурируемые оптические соединения [3].

Заключение.

Предложен метод использования безлинзовых Фурье-голограмм с кольцевыми интерференционными полосами на вращающемся диске в когерентном оптическом процессоре для оптических реконфигурируемых переключений. Запись безлинзовых Фурье-голограмм с кольцевыми интерференционными полосами обеспечивают инвариантность к сдвигу. Реконфигурируемые оптические переключения реализуются путем свертки Фурье-спектра входного изображения и передаточной функции безлинзовых Фурье голограмм записанных с различной пространственной частотой. Мультиплексные голограммы, записанные на голографическом диске, приводят к сдвигу между двумя изображениями для алгоритмов оптических вычислений.

Литература:

1. Ishihara S. Photonic switching and interconnects // Ishihara S. and Nakagami T. // Marcel Dekker, Inc.1994, P. 374-377.
 2. Yu F.T.S. Optical signal processing. Computing, and network / Yu F.T.S. and JutamaliaS. // New-York: Wiley-Interscience1992, P.38-39.
- В.П. Коренкевич, В.П. Корольков, А.Г. Полещук // Лазерные технологии в дифракционной оптике // Автометрия . – 1998.–№6. – С.5-25