

ТЕНЕВОЙ ПРИБОР КАК СИСТЕМА ФИЛЬТРАЦИИ
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЧАСТОТ СТОХАСТИЧЕСКИХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ

Рассмотрена возможность использования теневого прибора для исследования стохастических пространственных неоднородностей, которыми являются структурные неоднородности в кварцевом стекле. Показано, что с помощью теневого прибора при использовании некогерентного источника света можно выделять пространственные частоты в стохастической неоднородности.

При исследовании стохастических прозрачных неоднородностей, каковыми, например, являются структурные неоднородности в кварцевом стекле, информативными параметрами могут служить пространственные частоты ζ и ξ . Их выделение в исследуемых заготовках лучше всего выполнить теньвым прибором. Действительно, оптическая схема теневого прибора совпадает с классической схемой когерентного оптического процессора [1, 2]. Отличие работы теневого прибора состоит в использовании некогерентного источника света. Поэтому, следуя работе [3], рассмотрим математическую модель заново.

Основной объектив теневого прибора выполняет двумерное преобразование Фурье комплексной амплитуды $u_0(x_0, y_0)$ исходного сигнала

$$u_1(\zeta, \xi) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} u_0(x_0, y_0) \exp[-2\pi i(x_0 \zeta + y_0 \xi)] dx_0 dy_0. \quad (1)$$

Фильтр умножает Фурье - образ исходного сигнала на комплексную функцию

$$T(\zeta, \xi) = t(\zeta, \xi) \exp[i\kappa\psi(\zeta, \xi)], \quad (2)$$

где $t(\zeta, \xi), \psi(\zeta, \xi)$ соответственно известный локальный коэффициент амплитудного пропускания фильтра и оптическая разность хода, возникающая в нем; $\kappa = 2\pi/\lambda$ - модуль волнового числа.

Второй объектив выполняет преобразование Фурье функции $u_1(\zeta, \xi)$, которое является обратным первому

$$u(x, y) = \iint_{-\infty}^{\infty} u_1(\varrho, \xi) \exp[2\pi i(x\varrho_0 + y_0\xi)] d\varrho d\xi. \quad (3)$$

С учетом сказанного можно записать

$$u(x, y) = \iint_{-\infty}^{\infty} g(x-x_0, y-y_0) u_0(x_0, y_0) dx_0 dy_0, \quad (4)$$

где

$$g(x-x_0, y-y_0) = \iint_{-\infty}^{\infty} T(\varrho, \xi) \exp\{2\pi i[(x-x_0)\varrho + (y-y_0)\xi]\} d\varrho d\xi. \quad (5)$$

Формула (4) показывает, что теневой прибор выполняет линейное интегральное преобразование исходного сигнала, т.е. является пространственно инвариантным прибором. Такие приборы одинаковым образом преобразуют исследуемый сигнал в различных точках плоскости входа [3]. Связь между координатами x, y точки, лежащей в фокальной плоскости выхода, и пространственными частотами входного сигнала является универсальной:

$$x = \lambda f \varrho, \quad y = \lambda f \xi, \quad (6)$$

где λ — длина волны монохроматического света,
 f — фокусное расстояние основного объектива.

Можно доказать, что интенсивность света $J(x, y)$ в некоторой точке изображения зависит от градиента оптического пути в сопряженной точке плоскости входа точно так же, как коэффициент пропускания по интенсивности зависит от координат плоскости фильтра. Отсюда следует, что

$$\lambda \varrho = \varepsilon_x(x, y), \quad \lambda \xi = \varepsilon_y(x, y). \quad (7)$$

Здесь $\varepsilon_x, \varepsilon_y$ — углы отклонения световых лучей соответственно в направлении осей x и y . Используя фильтр, удовлетворяющий во всем диапазоне измерений условию

$$J(x, y) = J_0 + \kappa \varepsilon(x, y), \quad (8)$$

с помощью теневого прибора можно выделить пространственные частоты

ξ , ξ в стохастической неоднородности. В формуле (8) J_0 представляет постоянный фон, необходимый для регистрации знака угла отклонения, \mathcal{K} - коэффициент чувствительности, зависящий от используемого фильтра.

Библиографический список

1. Васильев Л.А. Теневые методы. М.: Наука, 1968. 400 с.
2. Оптическая обработка информации /Под ред. Д.Кейсента. М.:Мир, 1980. 349 с.
3. Зимин В.Д. Оптические методы исследования прозрачных неоднородностей / Перм.ун-т. Пермь, 1976, 98 с.

УДК 533.605

В.И.Шахурдин, А.М.Шушарин

К ВОПРОСУ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПРОЗРАЧНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В КВАРЦЕВОМ СТЕКЛЕ

Предлагается использовать теорию спектрального анализа случайных процессов. Выявлено, что в рассмотренном случае наибольший интерес представляют флуктуации показателей преломления относительно среднего значения, т.е. центральные моменты величины $U(t)$ (среди них важнейшие: дисперсия, корреляция и ковариация двух случайных переменных, а также коэффициент корреляции). Установлено, что характеристики случайного поля могут быть количественно измерены оптическими, например теневыми методами.

Существующая технология производства кварцевого стекла позволяет получать высокую однородность в центральной части заготовки вдоль оси наплавления (рабочее направление) [1]. Однако в ее периферийных областях и направлениях, перпендикулярных рабочему, имеются достаточно сильные неоднородности, проявляющиеся в нерегулярных изменениях показателя преломления и представляющие серьезные ограничения для изго-

Вычислительная томография. Куйбышев, 1990.
