

Двухканальная система для записи двумерных голографических решеток

С.Л. Микерин, В.Д. Угожаев*

Институт автоматики и электрометрии СО РАН

*E-mail: vdu@iae.nsk.su

DOI:10.31868/RFL2018.130-131

Интерференционная фотолитография — эффективный метод изготовления периодических структур на большой площади с масштабом до ~ 10 нм [1] и исследования голографических материалов [2]. Доклад посвящен разработке неподвижного относительно источника излучения перестраиваемого двухлучевого интерферометра, в котором применяется механизм имитации вращательного движения. Разработка базируется на концепции вращательной перестройки периода интерференционной картины (ИК) при стабильном положении ИК относительно светоделительного элемента, предложенной и развитой в [3–7]. В этом случае возможно совмещение нескольких независимо варьируемых ИК на одной фоточувствительной среде (ФС).

Принципиальная оптическая схема такого интерферометра и обозначения представлены на рис. 1. Линейное W и угловое φ перемещения подвижного зеркала (ПЗ) 5, отражающего коллимированный световой пучок (КСП) 6 на входную

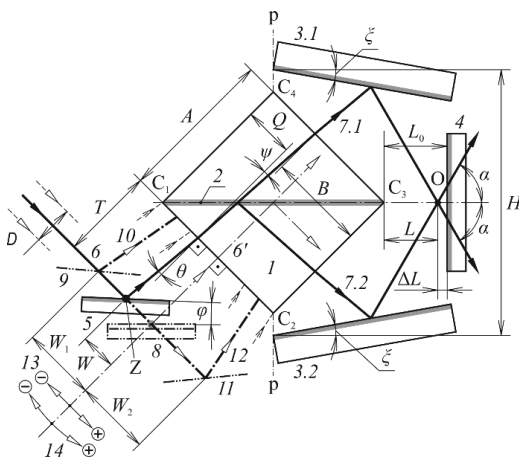


Рис. 1. Оптическая схема.

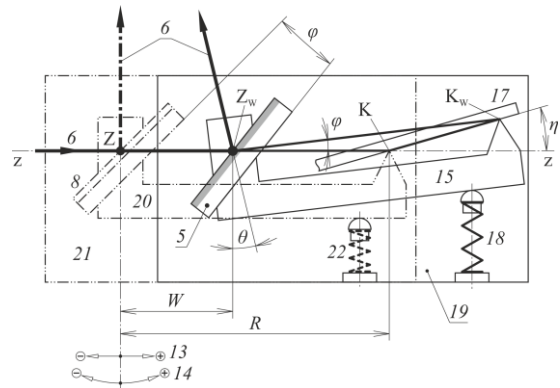


Рис. 2. Кинематическая схема механизма согласования перемещений подвижного зеркала.

поверхность светоделительного кубика 1, должны воспроизводить взаимное согласование изменяющихся входных параметров θ и Q по закону, который должен выполняться при вращении интерферометра с неподвижной ИК ($L = \text{const}$):

$$Q = A(1 + \text{tg} \psi) + \frac{\sqrt{2} [L \sin \alpha - (H \cos \xi - M \sin \xi) \cos(\alpha - \xi)]}{\sin(\alpha - 2\xi) + \cos(\alpha - 2\xi)}, \quad (1)$$

где $\alpha = \theta + 2\xi + 45^\circ$, $M = A\sqrt{2}$ — длина делительного зеркала 2, встроенного в светоделительный кубик (на рис. 1 не показана). ФС должна располагаться внутри области интерференции так, чтобы $L \cong L_0$. Зависимость $Q(\theta)$ согласно (1) очень близка к линейной. При малых углах падения в исследуемом интерферометре ($-5^\circ \leq \theta \leq 5^\circ$) закон движения ПЗ также оказывается близким к линейному:

$$\Delta W = A - D + T\Delta\alpha, \quad (2)$$

где $\Delta W = W_2 - W_1$ — дистанция перемещения ПЗ, W_1 и W_2 — координаты левого 10 и правого 12 граничных положений КСП диаметром D , $\Delta\alpha$ — диапазон изме-

нения угла α в разрабатываемом интерферометре; учтено, что $\operatorname{tg}\theta \approx \theta$.

Рис. 2 показывает рычажный механизм, реализующий линейную зависимость $W(\theta)$ согласно (2), в котором рычаг 15 (длина плеча R) с закрепленным на нем ПЗ при перемещении на расстояние W поворачивается на угол φ благодаря скольжению края этого рычага по наклонной направляющей 17. Учитывая малость углов φ и η , а также используя подстановку $\varphi = \theta/2$, можно вывести соотношение параметров R и η рычажного механизма:

$$R = 2\Delta W\eta/\Delta\alpha. \quad (3)$$

Был построен опытный образец интерферометра [8] с параметрами: $A = 20$ мм, $\xi = -15^\circ$, $H = 29,1$ мм, $\alpha_0 = 15^\circ$, $L_0 = 80$ мм, $D = 5$ мм (рис. 1). Перемещение ПЗ в интервале $-10 \leq W \leq 10$ мм приводит к изменению угла α от 11° до 19° , а периода ИК — от 1,41 до 0,83 мкм соответственно (длина волны 540 нм). При этом смещение области интерференции от ФС ничтожно мало и не превышает 26 мкм, что практически не влияет на уровень контраста ИК.

На основе данной разработки была изготовлена интерферометрическая система (рис. 3), включающая в себя пару двухлучевых интерферометров и узел совмещения, построенный на основе поляризационного кубика, и стеклянный предметный столик; габариты системы — $29 \times 20 \times 12$ см. На горизонтальную поверхность столика выводятся две совмещенные ИК с взаимно перпендикулярными полосами и независимо регулируемые периоды, которые могут записываться одновременно на любых образцах, в том числе с жидкими или гелеобразными ФС. Система допускает использование как одного общего источника, так и двух независимых источников излучения. Результаты теста показали удовлетворительное согласие данных измерений с расчетом кинематики созданных интерферометров.

Практическая реализация интерферометра выполнена с использованием точного обрабатывающего оборудования Центра коллективного пользования «Спектроскопия и оптика» (<http://ckp-rf.ru/ckp/3046/>).

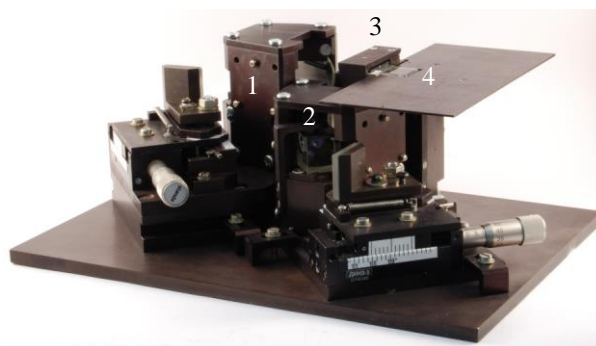


Рис. 3. Созданная интерферометрическая система: 1, 2 — двухлучевые интерферометры; 3 — узел совмещения с выходной призмой; 4 — столик для размещения образцов.

Литература

- [1] С. Lu, R.H Lipson, *Laser Photonics Rev.* **4**, 568–580 (2010)
- [2] В.В. Шелковников, Е.В. Васильев и др., *Оптика и спектроскопия* **99**, 806–815 (2005)
- [3] С.Л. Микерин, В.Д. Угожаев, *Оптика и спектроскопия* **111**, 1019–1025 (2011)
- [4] С.Л. Микерин, В.Д. Угожаев, *Автометрия* **48**, № 4, 20–32 (2012)
- [5] S.L. Mikerin, V.D Ugozhaev. A simple two-ray interferometer tuned by rotation; Tuning of interference pattern period by rotation of interferometer itself; A rotational tuning of convergence angle in a two-ray interferometer with fixed mirrors. In: *Interferometers: Fundamentals, Methods and Applications* / K. Harmon Eds. Hauppauge, New York: Nova Science Publishers, 2015. ISBN 9781634836920, 9781634837163. 277 p. Ch. 7-9. P. 173–210.
- [6] В.Д. Угожаев, *Автометрия* **52**, № 2, 57–65 (2012)
- [7] В.Д. Угожаев. Двухлучевой интерферометр. Патент РФ на изобретение № 2626062, *Изобретения. Полезные модели* № 21 (2017)
- [8] С.Л. Микерин, В.Д. Угожаев. Двухлучевой интерферометр (варианты). Заявка на получение патента № 2017141671, 29.11.2017