

# 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](mailto:vdu@iae.nsk.su)

DOI:10.31868/RFL2018.130-131

Интерференционная фотолитография — эффективный метод изготовления периодических структур на большой площади с масштабом до  $\sim 10$  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  $\varphi$  перемещения подвижного зеркала (ПЗ) 5, отражающего коллимированный световой пучок (КСП) 6 на входную

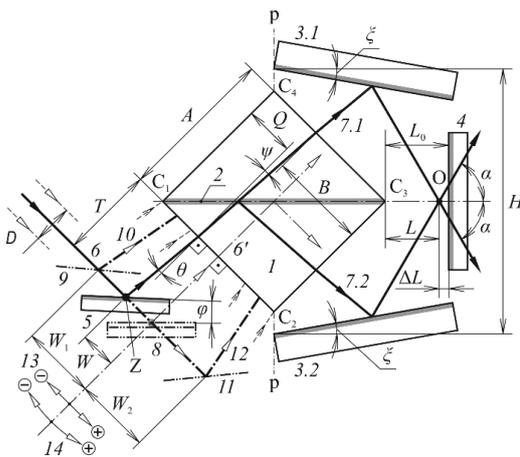


Рис. 1. Оптическая схема.

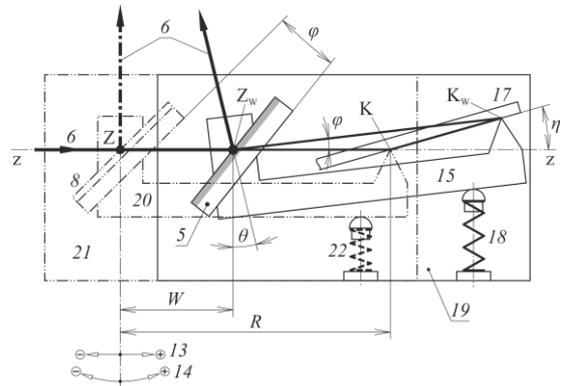


Рис. 2. Кинематическая схема механизма согласования перемещений подвижного зеркала.

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

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

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  $\alpha$  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  $\varphi$  благодаря скольжению края этого рычага по наклонной направляющей 17. Учитывая малость углов  $\varphi$  и  $\eta$ , а также используя подстановку  $\varphi = \theta/2$ , можно вывести соотношение параметров  $R$  и  $\eta$  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  $\alpha$  от  $11^\circ$  до  $19^\circ$ , 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/>).

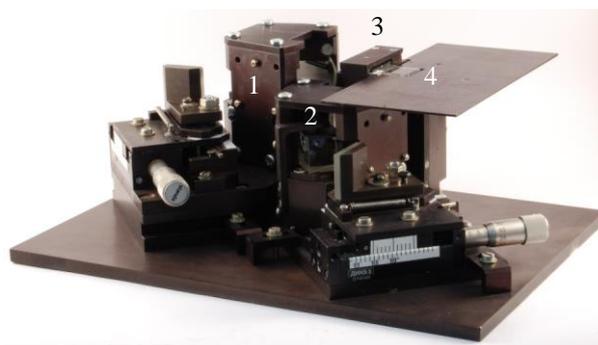


Рис. 3. Созданная интерферометрическая система: 1, 2 — двухлучевые интерферометры; 3 — узел совмещения с выходной призмой; 4 — столик для размещения образцов.

## 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