

Дифракционные сенсорные элементы для регистрации погрешностей записи компьютерно-синтезированных голограмм

Diffraction sensor elements for registration of writing errors of computer-generated holograms

Авторы: Шиманский Р.В.¹, Корольков В.П.¹, Белоусов Д.А.¹, Куц Р.И.^{1,2}

¹ Институт автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН, г. Новосибирск) (IA&E SB RAS, Novosibirsk)

²Новосибирский государственный университет (НГУ, Новосибирск)

Authors: Shimansky R.V.¹, Korolkov V.P.¹, Belousov D.A.¹, Kuts R.I.^{1,2}

¹Institute of Automation and Electrometry, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Novosibirsk (IA&E SB RAS, Novosibirsk)

²Novosibirsk State University (NSU, Novosibirsk)

Впервые теоретически и экспериментально исследован метод синтеза дифракционных сенсорных элементов (ДСЭ) для регистрации погрешностей записи компьютерно-синтезируемых голограмм (КСГ) [1]. ДСЭ представляют собой специализированные микрорешётки, серия которых вписывается в рабочее поле КСГ в течение процесса сканирующей лазерной записи. Разработаны новые двухкоординатные ДСЭ (рис. 1, а-в), анализ дифракционной картины (рис. 1, г), от которых позволяет с чувствительностью на уровне не хуже 10 нм определить локальные погрешности изготовления КСГ по обеим ортогональным координатам [2]. Предложенный метод синтеза и анализа (рис. 2) ДСЭ позволяет реализовать в автоматическом режиме количественную оценку распределения погрешностей голограмм, формирующих волновой фронт с отклонением от расчетного не хуже $\lambda/20$. Новый метод позволяет проводить независимую проверку погрешностей КСГ в любое время после окончания процесса изготовления, что важно для верификации голограмм, используемых в интерферометрическом контроле крупногабаритной оптики.

For the first time, a method for the synthesis of diffractive sensor elements (DSEs) intended for registration of writing errors of computer-generated holograms (CGHs) was researched theoretically and experimentally [1]. DSEs are specialized microgratings, a set of which is embedded into the working field of the CGH during the process of scanning laser writing. New two-coordinate DSEs (Fig 1, a-c) have been developed, the analysis of the diffraction pattern (Fig 1, d) from which makes it possible to determine local errors for manufactured CHGs along both orthogonal coordinates with a sensitivity of at least 10 nm [2]. The proposed method for the synthesis and analysis (Fig. 2) of the DSE makes it possible to quantify automatically the distribution of the errors in the holograms that form a wave front with a deviation from the calculated value not worse than $\lambda/20$. The

new method makes it possible to check independently the errors of the CGH at any time after the completion of the manufacturing process, which is important for the verification of the holograms used in the interferometric testing of large-sized optics.

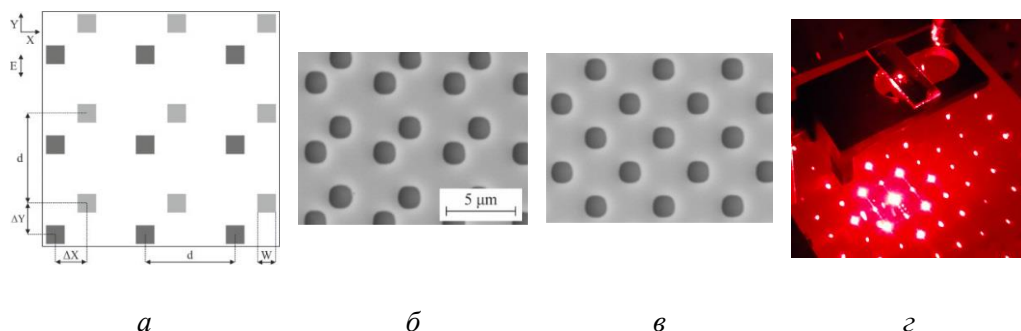


Рис. 1. *a* – геометрия 2D ДСЭ для моделирования; СЭМ-микрoизображения 2D ДСЭ, записанных с заданным смещением 1.6 мкм (*б*) и 2.5 мкм (*в*); *г* – пример дифракционной картины при измерении тестового 2D ДСЭ

Fig. 1. *a* – geometry of 2D DSEs for modeling; SEM images of 2D DSEs written with a prescribed displacement of 1.6 μm (*b*) and 2.5 μm (*c*); *d* – example of the diffraction pattern obtained in measurements of a test 2D DSE

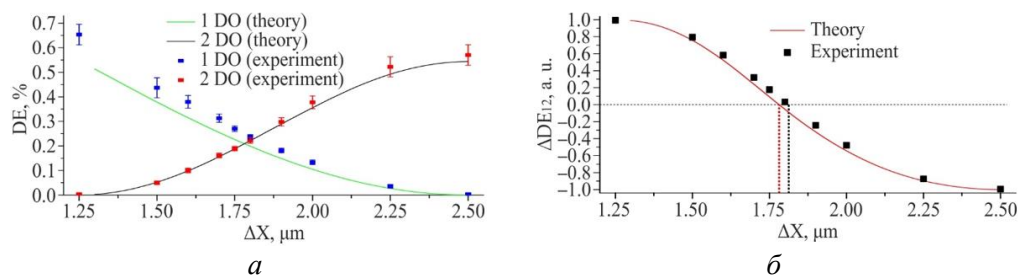


Рис. 2. Расчетные и экспериментальные зависимости величин от смещения по координате X: *a* – дифракционной эффективности (DE) для амплитудной 2D ДСЭ при $\Delta Y = 1.75 \mu\text{m}$ в 1-м и 2-м дифракционных порядках (DO), *б* – нормированной разности дифракционной эффективности 1-го и 2-го порядков $\Delta DE_{12} = (DE_1 - DE_2) / (DE_1 + DE_2)$

Fig. 2. Calculated and experimental dependences of the values on the displacement along the X coordinate: *a* – diffraction efficiency (DE) for the amplitude 2D DSE at $\Delta Y = 1.75 \mu\text{m}$ in the 1st and 2nd diffraction orders (DO), *b* – normalized difference in the diffraction efficiency of the 1st and 2nd orders $\Delta DE_{12} = (DE_1 - DE_2) / (DE_1 + DE_2)$

Публикации/References:

1. Shimansky R.V., Belousov D.A., Korolkov V.P., Kuts R.I. Diffractive sensor elements for registration of long-term instability at writing of computer-generated holograms // *Sensors*. – 2021. – Vol. 21, is. 15. – P. 6635. – DOI 10.3390/s21196635.
2. Shimansky R.V., Belousov D.A., Kuts R.I., Korolkov V.P. Controlling the accuracy of fabricating computer-generated holograms on circular and X-Y laser writing systems // *Proceedings SPIE*. – 2021. – Vol. 11871: Optical design and engineering VIII. – P. 118710I (9 p.). – DOI 10.1117/12.2597134.