

Лазерная запись наноразмерных структур на пленках циркония

Laser writing of nanoscale structures on zirconium films

Авторы: Корольков В.П.¹, Микерин С.Л.¹, Малышев А.И.¹, Белоусов Д.А.,
Куц Р.И.^{1,2}, Седухин А.Г.¹

Authors: Korolkov V.P.¹, Mikerin S.L.¹, Malyshev A.I.¹, Belousov D.A.¹,
Kuts R.I.^{1,2}, Sedukhin A.G.¹

¹ИИАЭ СО РАН, г. Новосибирск (IA&E SB RAS, Novosibirsk)

²НГУ, г. Новосибирск (NSU, Novosibirsk)

Показано, что тонкие пленки циркония, напыленные на подложки из плавленого кварца и подвергнутые лазерно-индуцированному окислению, являются перспективной средой для создания нанорешеток с контролируемым периодом. При построчном сканировании сфокусированным лазерным пучком диаметром 700 нм пленок циркония толщиной 80–110 нм, зарегистрировано формирование решеток из дорожек с шириной 70–100 нм (рис. 1, а) и с периодом, равным шагу сканирования. Экспериментально установлено, что дорожки в виде трещин или деформаций возникают по контуру пространственного распределения температуры, индуцированного пучком непрерывного лазерного излучения (рис. 1, б и в). При включении излучения, этот контур постепенно смещается от центра пятна к периферии после расширения нагретой области (рис. 1, в). Трещины или деформации возникают под действием термомеханических напряжений на границе пленки металла и оксидной дорожки, толщина которой резко растет в процессе окисления металла.

It has been shown that thin zirconium films deposited on fused silica substrates and subjected to laser-induced oxidation are promising media for creating controlled-period nanogratings. The formation of gratings from 70–100 nm wide tracks and with a period equal to the step of line-by-line scanning of the focused laser beam with a diameter of 700 nm was observed at 80–110 nm thickness of the Zr films (fig. 1, a). It was experimentally established that tracks in the form of cracks or deformations arise along the contour of the spatial distribution of temperature induced by a continuous laser beam (fig. 1, b and c). When the radiation is turned on, this contour is gradually shifted from the spot center to the periphery after expansion of the heated region (fig. 1, c). The cracks or deformations occur under the influence of thermomechanical stresses at the boundary between the metal and the oxide whose thickness increases sharply during metal oxidation.

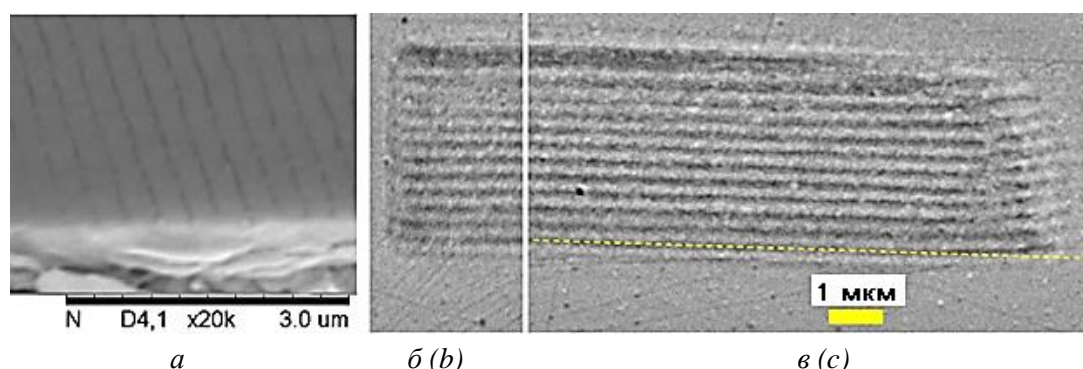


Рис.1. Решетки, записанные с периодом 300 нм: изображение скола (а) и фрагменты наноструктуры при выключении (б) и включении (в) лазерного пучка, движущегося справа налево

Fig. 1. SEM images of the gratings recorded with a period of 300 nm: a chip cleavage (a) and fragments of the nanostructure formed with the laser beam moving from right to left being turned off (b) and on (c)

Публикации/References:

1. Korolkov V.P., Sedukhin A.G., Belousov D.A., Shimansky R.V., Khomutov V.N., Mikerin S.L., Spesivtsev E.V., Kutz R.I. Increasing the spatial resolution of direct laser writing of diffractive structures on thin films of titanium group metals // Proceedings of SPIE: Vol. 11030: Holography: Advances and Modern Trends VI. – 2019. – СТ. 110300A. – DOI 10.1117/12.2520978.

2. Korolkov V.P., Sedukhin A.G., Mikerin S.L. Technological and optical methods for increasing the spatial resolution of thermochemical laser writing on thin metal films // *Optical and quantum electronics*. – 2019. – Vol. 51, is. 12. – P. 389. – DOI 10.1007/s11082-019-2111-6.
3. Korolkov V.P., Mikerin S.L., Okotrub K.A., Sametov A.R., Malyshev A.I. High-resolution laser fabrication of amplitude diffractive structures on thin metal films // *SPIE/COS PHOTONICS ASIA. Proceedings of SPIE: Nanophotonics and micro/nano optics IV* / Beijing, China (October 11–13, 2018). – Vol. 10823. – 2018. – Paper 108230X. – DOI 10.1117/12.2501246.