

И.В. НИКОЛАЕВ, Н.Г. КОРОБЕЙЩИКОВ
Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

ОБРАБОТКА НЕЛИНЕЙНЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ ИОННО-КЛАСТЕРНЫМ ПУЧКОМ АРГОНА

Рассмотрена ионно-кластерная бомбардировка поверхности монокристаллов титанил-фосфата калия и трибората лития при различных удельных энергиях кластеров. Продемонстрировано, что бомбардировка кластерами приводит к сглаживанию поверхности монокристаллов. Показано влияние различной удельной энергии кластеров на результат обработки. Обнаружены особенности воздействия кластерных ионов на титанил-фосфат калия и триборат лития.

I.V. NIKOLAEV, N.G. KOROBESHCHIKOV
Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

PROCESSING OF NONLINEAR SINGLE CRYSTALS WITH ARGONCLUSTER ION BEAM

The cluster ion bombardment of the surface of single crystals of potassium titanyl phosphate and lithium triborate at the different specific cluster energy is considered. It is shown that the cluster bombardment leads to the surface smoothing of single crystals. The influence of different specific cluster energy on the result of processing is shown. Features of the impact of cluster ions on potassium titanyl phosphate and lithium triborate were found.

Ионно-кластерные пучки обладают уникальными физическими характеристиками, поэтому сегодня активно используются для модификации поверхности различных материалов (малоинвазивная полировка, формирование упорядоченных поверхностных наноструктур и др.), прецизионного анализа поверхности (масс-спектрометрия вторичных ионов, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия) и т.д. [1-3]. Взаимодействие газовых кластеров с твердой поверхностью сопровождается коллективными нелинейными эффектами, которые не могут быть описаны известными теоретическими моделями.

Нелинейные оптические монокристаллы, такие как титанил-фосфата калия (KTiOPO_4 , КТП) и трибората лития (LiB_3O_5 , LBO) [4, 5], широко используются для управления и преобразования лазерного излучения. Известно, что приповерхностный поврежденный слой (subsurface damage, SSD) толщиной от нескольких десятков до сотен нанометров является одним из определяющих факторов для функциональных характеристик нелинейных монокристаллов [6]. Ионно-кластерные пучки потенциально позволяют получить сверхгладкую поверхность с минимальным поврежденным слоем.

В данной работе изучена бомбардировка поверхности нелинейных монокристаллов КТП и LBO кластерными ионами аргона. Исходя из результатов предыдущих наших работ [7, 8], использовался несеперированный по массе ионно-кластерный пучок с различной удельной энергией кластеров E/N , где E – кинетическая энергия кластеров, N – средний размер кластеров.

Исследована модификация морфологии поверхности монокристаллов после ионно-кластерной бомбардировки в различных режимах. С использованием функции спектральной плотности мощности (power spectral density, PSD) шероховатости проанализировано изменение топографии поверхности. Показано, что высокоэнергетичный режим обработки обеспечивает высокую эффективность обработки (скорость травления достигает 5 нм/мин), а низкоэнергетичный режим позволяет получать сверхгладкую поверхность с субнанометровой шероховатостью (среднеквадратичная шероховатость R_q менее 0,5 нм). С помощью рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии обнаружена значительная селективность распыления, приводящая к изменению стехиометрии мишени в тонком приповерхностном слое толщиной около 10 нм.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (грант FSUS-2020-0039) в части подготовки и анализа образцов и РФФ (грант №21-19-00046) в части обработки образцов кластерными ионами и анализас использованием оборудования ЦКП «Прикладная физика» НГУ.

Список литературы

1. А.Е. Иешкин, А.Б.Толстогузов, Н.Г. Коробейщиков, В.О. Пеленович, В.С. Черныш // УФН, 2022, Том. 192, №6.
2. V.N. Popok // Mater. Sci. Eng. R, 2011, Vol. 72, p. 137.
3. I. Yamada // Appl. Surf. Sci., 2014, Vol. 310, p. 77.
4. A. Mamrashev, N. Nikolaev, V. Antsygin, Y. Andreev, G. Lanskii, A. Meshalkin // Crystals, 2018, Vol. 8, p. 310.
5. Ch. Wu, G. Yang, M.G. Humphrey, C. Zhang // Coord. Chem. Rev., 2018, Vol. 375, p. 459.
6. J. Wang, Y. Li, J. Han, Q. Xu, Y. Guo // J. Eur. Opt. Soc. Rapid Publ., 2011, Vol. 6, p. 11001.
7. N.G. Korobeishchikov, I.V. Nikolaev, V.V. Atuchin, I.P. Prosvirin, A. Tolstogouzov, V. Pelenovich, D.J. Fu // Surfaces and Interfaces, 2021, Vol. 27, p. 101520.
8. Н.Г. Коробейщиков, И.В. Николаев, М.А. Роечко // ПЖТФ, 2019, Том 45, № 6, стр. 30.