

УДК:535.37:539.104:548.73

Мустафакулов А. А.¹

к. ф.-м. н, доц. кафедры физики

Джураева Н. М.²,

Старший преподаватель кафедры физики

Джизакский политехнический институт, Узбекистан^{1,2}

СВОЙСТВО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КВАРЦА С ПРИМЕСЬЮ Fe

Аннотация: Исследованы зависимости вероятности неударного создания собственных дефектов структуры от плотности возбуждения, примесей и степени совершенства структуры кристаллов SiO_2 с примесью Fe.

Ключевые слова: кварц, дефект, радиация, кристалл, γ -облучение.

PROPERTIES OF CRYSTALLINE QUARTZ WITH IMPURITY OF Fe

Mustafakulov A. A.¹

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

Jizzakh Polytechnic Institute

Juraeva N. M.¹,

Senior teacher of the Department of Physics

Jizzakh Polytechnic Institute

Annotation: The dependences of the probability of non-impact creation of intrinsic structural defects on the excitation density, impurities, and the degree of structural perfection of SiO_2 crystals with an Fe impurity are investigated.

Key words: quartz, defect, radiation, crystal, γ -irradiation.

Известно, что кристаллический и стеклообразный кварц и изделия на их основе являются различными структурными состояниями SiO_2 ,

имеющими разные степени совершенства структуры. В настоящее время считается, что в кристаллическом SiO_2 образование стабильных дефектов структуры происходит только за счет ударного механизма дефектообразования. В кварцевом стекле и изделиях на их основе под действием ионизирующих излучений наблюдается образование дефектов структуры и за счёт неударного механизма дефектообразования.

Вероятность неударного создания дефектов основы в разных структурных состояниях SiO_2 зависит от примесей, плотности возбуждения и степени совершенства структуры. Поэтому в данной работе для изучения зависимости вероятности неударного создания собственных дефектов структуры от плотности возбуждения, примесей и степени совершенства структуры исследованы спектры поглощения (СП) и гаммалюминесценции (ГЛ) кристаллов SiO_2 с Fe, облученных различными флюенсами протонов ($E_p=18$ МэВ), дейтонов $E_d=16$ МэВ) и α -частиц ($E_\alpha=18$ МэВ). Концентрация Fe определялась методом нейтронно-активационного анализа и составляет $5 \cdot 10^{-2}$ вес %.

В спектре поглощения кристаллов кварца наблюдается полосы 350 и 540 нм, интенсивности которых растут с увеличением флюенса заряженных частиц. Изучение распределения центров полос поглощений 350 и 540 нм по толщине кристаллов показало, что до определенной толщины R_0 – кристалла она не изменяется, а при больше R_0 – увеличивается и проходит через максимум. Установлено, что создание дефектов в области глубин больше и равен R_0 и больше R_0 кристалла происходит за счёт неударного и ударного механизма дефектообразования соответственно.

Исследованы СП и ГЛ необлученных и кристаллов, имеющих различный степень разупорядочения структуры, вызванный предварительным облучением флюенсами заряженных частиц $4 \cdot 10^{14}$, 10^{15} , 10^{16} и 10^{17} см⁻² после дополнительного γ -облучения. Показано, что в

предварительно-необлученных кристаллах центры полос поглощений распределены равномерно по толщине кристалла и увеличивается с дозой γ -облучения. При дозах гамма облучения $7 \cdot 10^9$ Р наблюдается резкое увеличение интенсивности полос поглощений.

Дополнительное γ -облучение предварительно облученных кристаллов приводит к повышению интенсивностей полос поглощений как в области глубин $\leq R_0$, так и $\geq R_0$. Скорость увеличения интенсивностей полос 350 и 540 нм зависит от дозы предварительного облучения.

Изучена зависимость интенсивности полосы ГЛ 470 нм при 77 К в необлученных и предварительно облученных кристаллах от дозы γ -облучения в интервале 10^6 - 10^{11} Р. Показано, что в необлученных кристаллах интенсивность полосы 470 нм линейно увеличивается с дозой облучения.

В предварительно облученных кристаллах наблюдается двухстадийное увеличение интенсивности полосы. Первая стадия, в основном, обусловлено проявлением радиационно-наведенных дефектов структуры, а вторая- дополнительно созданными дефектами структуры под действием γ -лучей.

Выводы: На основе экспериментальных данных и обсуждений полученных результатов исследований установлено, что существует критическая доза γ -облучения при которой наблюдается резкое увеличение вероятности образования центров свечения полосы 470 нм. Ее значения зависит от дозы предварительного облучения и уменьшается с ростом степени разупорядочная структуры кристалла. Таким образом, можно полагать, что в кристаллах SiO_2 , различной степень разупорядочения и примеси, реализуется неударный механизм дефектообразования и при низких плотности возбуждения. Повышению

степени разупорядочения приводит к росту вероятности образования дефектов структуры.

Список литературы:

1. Grinfelds A.N., Silin A.R. et al. – Phys. st. sol. (a), 1984. v.81, №1. P.К 23
2. Boboyarov, S. G., Ibragimov, Z. D., Mustafakulov, A. A., Nuritdinov, I., & Turdiev, R. T. (2007). About multivendorness of luminescent centers near 2 eV in quartz crystals; O mnogotipichnosti tsentrov svecheniya vblizi 2 ehV v kristallakh kvartsa
3. Раков Л.Т. и др. Докл. АН СССР – 1986, 289, 4, с.962.
4. Boboyarova S. G. et al. Influence of radiation induced defects on luminescence of quartz crystals. – 1999.
5. Амосов А.В. и др. Физ – хим стекла, 1985, II, с.106.
6. Мустафакулов, А., Нуритдинов, И., Самадов, М., Астанов, Б., Тайланов, Н., Суярова, М., Джураева, Н., & Наримонов, Б. (2018). Исследование аморфизации структуры кристаллов кварца при облучении люминесцентным методом. «Узбекский физический журнал», 20(2),134–136.
7. Boboyarov S. G. et al. About multivendorness of luminescent centers near 2 eV in quartz crystals; O mnogotipichnosti tsentrov svecheniya vblizi 2 ehV v kristallakh kvartsa. – 2007.
8. Вахидов Ш.А., Гасанов Э.М., Мустафакулов А.А. и др. В. кн. Люминесценция молекул и кристаллов. Таллинн, 1987, с.137.
9. Раков Л.Т. и др. Докл. АН СССР – 1986, 289, 4, с.962.
10. Ashurov, M. K., Boboyarova, S. G., Ibragimov, D. D., Mustafakulov, A. A., Turdiev, R. T., Khushvakov, O. B., & Yuldashev, A. D. (1997). About the dependence of defect production processes in perfect and defect quartz and berlinite crystals on radiation type.

11. Мустафакулов, А. А., Нуритдинов, И., Ахмаджонова, У. Т., & Жўраева, Н. М. (2020). Структура и свойства кристаллов кварца, выращенных на нейтронно-облученных затравках. Менделеев, (2), 4-7.
12. Мустафакулов, А. А., Ахмаджонова, У. Т., & Жўраева, Н. М. (2020). Инновационная технология-гидротермальный рост синтетического минерального сырья. Экономика и социум, (6), 924-927.
13. Mustafakulov, A. A., Ahmadjonova, U. T., Djuraeva, N. M., & Suyarova, M. H. (2019). Paramagnetic resonance of lattice defects in neutron-irradiated β -phase quartz. 1 ТОМ, 264.
14. Mustafakulov, A., Ahmadjonova, U., Jo'raeva, N., & Arzikulov, F. (2021). Свойства синтетических кристаллов кварца. Физико-технологического образование, (3).
15. Арзикулов, Ф., Мустафакулов, А. А., & Болтаев, Ш. (2020). Глава 9. Рост кристаллов кварца на нейтронно-облученных затравках. ББК 60, (П75), 139.
16. Мустафакулов, А. А. (2020). Рост кристаллов кварца на нейтронно-облученных затравках. Инженерные решения, (11), 4-6.
17. Арзикулов, Ф., Мустафакулов, А. А., & Болтаев, Ш. (2020). Рост Кристаллов Кварца На Нейтронно-Облученных Затравках. In Приоритетные направления развития науки и образования (pp. 139-152).
18. Жўраева, Н. М., & Ахмаджонова, У. Т. (2020). Сверхпроводящие фуллерены и их применение в биофизике. Академическая публицистика, (2), 12-14.
19. Mustafakulov, A. A., Akhmadzhonova, U. T., & Juraeva, N. M. (2020). Innovative technology-hydrothermal growth of synthetic mineral raw materials. Economy and society, 6, 924-927.