Uzbek Journal of Physics

Vol.20(№2) 2018 PP.134-136

ИССЛЕДОВАНИЕ АМОРФИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ КРИСТАЛЛОВ КВАРЦА ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМ МЕТОДОМ

А.А. Мустафакулов, И. Нуритдинов, М.Х. Самадов, Б. Астанов, Н.А. Тайланов, М.Х. Суярова, Н. Джураева, Б.А. Наримонов,

Институт ядерной физики АН РУз, Ташкент, Узбекистан
Джизакский политехнический институт, Джизак, Узбекистан
(Получена 21.01.2016)

Ушбу мақоланинг асосий мақсади кварц кристалл структурасини малум дозали протонлар флюенслари билан нурлантирилишда аморфланиш ҳодисасини тажрибада ўрганишдан иборат. Протонлар 4×10^{14} $см^{-2}$ ва γ-квантлар 10^{10} Р флюенс дозаси билан нурлантирилган кристалл қатламида нуқтавий дефектлар билан бир қаторда ҳар хил ўлчамга эга бўлган аморф фазали куртаклар ҳосил бўлади деб ҳисоблаймиз.

Целью данной работы является экспериментальное исследование аморфизации структуры кристаллов кварца при облучении флюенсами протонов определенной дозы. Показано, что в поврежденном слое кристалла, подвергнутого последовательному воздействию флюенса протонов 4×10^{14} $см^{-2}$ и дозы γ-квантов 10^{10} Р, наряду с точечными дефектами, возникают отдельные зародыши аморфной фазы разных размеров.

The purpose of this paper is experimental study of amorphization of the quartz crystal structure by irradiation of protons of certain doses. It has been shown that in the damaged layer of the crystal subjected to consecutive influence of proton fluencies of 4×10^{14} cm^{-2} and γ-quanta dose 10^{10} P, the separate germs of AF having the different sizes are appeared along with point defects,.

В настоящее время при изучении аморфизации структуры кристаллов кварца под воздействием облучения изменение интенсивности полосы фото-люминесценции (ФЛ) с максимумом при 660 нм, обусловленной свечением немостиковых атомов кислорода (НАК), стабильно существующих только в аморфных областях, используется в качестве зонда. При этом следует отметить, что в спектре люминесценции кристаллов кварца, содержащих отдельные зародыши аморфной фазы (АФ) и квазиаморфный слой, наблюдается одна полоса люминесценции 660 нм. Это не позволяет определить, при каких флюенсах излучений в поврежденном слое образуется квазиаморфный слой.

Целью данной работы является экспериментальное исследование аморфизации структуры кристаллов кварца при облучении флюенсами протонов.

Согласно [1], термическая стабильность отдельных зародышей АФ и квазиаморфного слоя, следовательно, и термическая стабильность находящихся в их объеме НАК, является различной. В данной работе в качестве зонда также использовано изменение термической стабильности дефектных центров, ответственных за полосу 660 нм. Исследованы кристаллы кварца, подвергнутые последовательному воздействию флюенса протонов 4×10^{14} $см^{-2}$ и дозы γ-квантов 10^{10} Р (образец I типа), а также кристаллы, подвергнутые последовательному воздействию флюенса протонов 10^{15} $см^{-2}$, дозы γ-квантов 10^{10} Р и флюенса нейтронов 10^{16} $см^{-2}$ (образец II типа).

Исследования показали, что в спектре ФЛ образцов, облученных флюенсами протонов 4×10^{14} и 10^{15} см$^{-2}$, как и в нейтронно-облученных кристаллах [2], существуют полосы с максимумами при 550 и 660 нм. Дополнительное воздействие γ-квантов вплоть до дозы 10^{10} Р приводит к росту их интенсивностей. После отжига в интервале 200–600°С в образцах I типа с ростом температуры отжига интенсивности полос 550 и 660 нм уменьшаются и при 500°С полосы исчезают. В образцах II типа после отжига при 200 и 300°С интенсивности полос 550 и 660 нм увеличиваются, а затем уменьшаются и при 500°С также исчезают (см. рисунок).

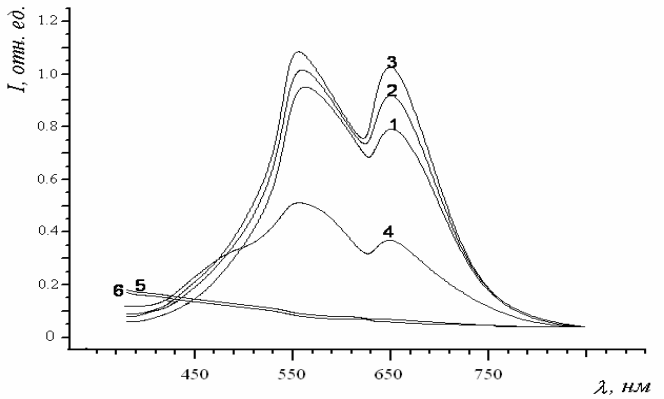


Рисунок. Спектры ФЛ образцов II типа до (*1*) и после отжига при: 200°С (*2*), 300 (*3*), 400 (*4*), 500 (*5*), 600°С (*6*).

В настоящее время природа дефектного центра, ответственного за появление полосы 550 нм, не установлена. Это не входит в задачу данной работы и является предметом дальнейших исследований. Поэтому в дальнейшем мы для обсуждения полученных результатов используем только зависимость параметров полосы 660 нм от флюенса облучения и температуры отжига.

В [2] показано, что изменение интенсивности полосы 3640 см$^{-1}$, приписываемой β-фазе SiO_2, после нагрева в интервале 200–900°С имеет ступенчатый характер. После термообработки при 200 и 300°С интенсивность полос 550, 660 нм увеличивается, а затем уменьшается. Можно предположить, что наблюдаемые процессы происходят следующим образом. Стабильность зародышей других фаз, возникающих при нейтронном облучении, имеет различные размеры. Повышение флюенса нейтронов приводит к увеличению концентрации и размеров зародышей. Снятие напряжения за счет взаимодействия зародышей между собой или термическим путем приводит к их распаду. Поэтому существуют интервалы температур, в пределах которых происходит увеличение размеров и термический распад зародышей.

На основе приведенных данных считаем, что в поврежденном слое кристалла, подвергнутого последовательному воздействию флюенса протонов 4×10^{14} см$^{-2}$ и дозы γ-квантов 10^{10} Р, наряду с точечными дефектами, возникают отдельные зародыши АФ с разными размерами. При отжиге в интервале 200–600°С происходит постепенный распад зародышей, что обуславливает уменьшение интенсивностей полос 550 и 660 нм с ростом температуры. Согласно данным [3], в образцах II типа возникает и квазиаморфный слой. Поскольку термическая

стабильность квазиаморфного слоя больше, чем термическая стабильность отдельных зародышей АФ [1], то при 200 и 300°С наблюдается увеличение, а при больших температурах уменьшение размеров отдельных зародышей АФ и квазиаморфного слоя, что соответственно обуславливает увеличение и уменьшение интенсивностей полос 550 и 660 нм.

ЛИТЕРАТУРА

1. H. Fischer, G. Gots, H. Karge, Phys. St. Sol. (a) **76**, 493 (1983).
2. Sh.A. Vakhidov, E.M. Gasanov, J.D. Ibragimov, A.A. Mustafakulov, P.K. Khabibullaev, Cryst. Latt. Def. and Amorph. Mat. **13**, No 3-4, 241 (1987).
3. Ш.Г. Бобоярова, Ж.Д. Ибрагимов, И. Нуритдинов, Э.Т. Рахимов. В сборнике научных трудов XIX Международного совещания «Радиационная физика твердого тела» (Севастополь, 2009), с.523-529.