

ника в обеих ветвях интерферометра должны изображаться точками, а изображения точек должны формироваться лучами, происходящими из одних и тех же первичных лучей.

Рассмотрим, в частности, задачу о локализации полос при интерференции в бесконечно тонком клине. Протяженный источник отображается в гранях клина. Изображения источника развернуты относительно оси, проходящей через ребро клина. Следовательно, полосы, параллельные оси разворота (т. е. ребру клина), локализованы на цилиндрической поверхности, что совпадает с общеизвестным результатом [5].

Литература

- [1] Т. Tsuruta, N. Shiotake, J. Itoh. Opt. Acta, 16, 722, 1969.
- [2] W. H. Steel. Opt. Acta, 17, 873, 1970.
- [3] C. H. F. Velzel. J. Opt. Soc. Am., 60, 419, 1970.
- [4] Р. Кольер, А. Беркхарт, Л. Лин. Оптическая голография. Изд. «Мир», М., 1970.
- [5] М. Борн, Э. Вольф. Основы оптики. Изд. «Наука», М., 1970.

Поступило в Редакцию 10 октября 1974 г.

УДК 535.377 : 666.19

ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ПЛАВЛЕННОГО КВАРЦА, ОБЛУЧЕННОГО ЗАРЯЖЕННЫМИ ЧАСТИЦАМИ

Р. И. Шехмаметьев и Габор Пор

Термолюминесценция (ТЛ) кварца, облученного рентгеновскими или гамма-лучами, изучена довольно подробно [1-4]. Облучение приводит к заполнению ловушек электронами, т. е. к запасанию светосуммы, которая растет с дозой. Некоторые авторы [3] допускают также возможность образования новых центров захвата (ловушек) при больших дозах гамма-облучения.

Меньше изучены ТЛ свойства кварца, облученного заряженными частицами, и, в частности, зависимость интенсивности ТЛ от дозы частиц [5]. Здесь приведены результаты, полученные при изучении ТЛ плавленого кварца, облученного различными дозами альфа-частиц.

Для исследования был выбран кусок плавленого кварца, дающего интенсивную ТЛ после рентгенизации. Из этого куска были вырезаны и изготовлены образцы в виде полированных пластинок размером $9 \times 9 \times 0.08$ мм. Рентгенизация проводилась при комнатной температуре на установке УРС-60 с Мо-анодом ($V=40$ кВ, $I=6$ мА, время облучения 60 мин.). Доза рентгеновского облучения была одинакова для всех образцов. Для бомбардировки альфа-частицами выбирались образцы с близкими значениями интенсивности ТЛ. Образцы рентгенизировались перед каждым измерением ТЛ.

Образцы бомбардировались альфа-частицами с энергией 14 МэВ на циклотроне ФТИ им. А. Ф. Иоффе АН СССР. Бомбардировке были подвергнуты четыре образца дозами 10, 30, 90 и 270 мк кулон соответственно. В пересчете на 1 см^2 это соответствует интегральным потокам от $7.8 \cdot 10^{13}$ до $2.1 \cdot 10^{15}$ альфа-частиц- см^{-2} . При измерениях ТЛ образцы нагревались от комнатной до температуры $450 \div 500^\circ \text{C}$; скорость нагрева около 10 град./мин. Для регистрации ТЛ применялась установка с фотоумножителем ФЭУ-17, усилителем постоянного тока и регистрирующим устройством.

До бомбардировки альфа-частицами рентгенизированные образцы плавленого кварца давали интенсивную ТЛ. Наиболее интенсивный максимум ТЛ наблюдается при температуре около 300°C (интенсивность этого максимума ТЛ изменяется от образца к образцу в пределах $80 \div 120$ отн. ед.). Еще один максимум ($2 \div 3$ отн. ед.) на кривых ТЛ наблюдается при температуре около 100°C (рис. 1, кривая I_0).

Бомбардировка образцов альфа-частицами привела к существенному уменьшению интенсивности ТЛ и изменению вида кривых ТЛ. Толщина наших образцов меньше длины пробега альфа-частиц с энергией 14 МэВ. Интенсивность максимума ТЛ при 300°C уменьшилась более чем на порядок (рис. 1, кривая I_1), в то же время интенсивность максимума ТЛ при 100°C заметна не изменилась. При последующих измерениях предварительно рентгенизированных образцов интенсивности максимумов ТЛ изменялись незначительно.

При первом измерении ТЛ после бомбардировки наряду с уменьшением интенсивности максимума ТЛ при 300°C наблюдался новый максимум при температуре $190 \div 200^\circ \text{C}$ (рис. 1, кривая I_1). Однако при втором, третьем и т. д. измерениях этот максимум не проявлялся на кривых ТЛ (рис. 1, кривая I_3).

Наиболее характерное изменение ТЛ плавленого кварца, наблюдающееся после бомбардировки альфа-частицами, — это значительное уменьшение (более чем на по-

рядок) интенсивности максимума ТЛ при 300° С. Это уменьшение максимума ТЛ происходит уже при наименьшей дозе $7.8 \cdot 10^{13}$ альфа-частиц $\cdot \text{см}^{-2}$, которую мы применяли, и с ростом дозы до $2.1 \cdot 10^{15}$ альфа-частиц $\cdot \text{см}^{-2}$ изменяется мало. Ранее такое уменьшение интенсивности ТЛ наблюдалось нами на образцах плавленого кварца, подвергнутых бомбардировке дейтронами с энергией 12 МэВ [6]. На рис. 2 приведена зависимость I_1/I_0 для максимума ТЛ у 300° С от дозы альфа-частиц при первом измерении ТЛ после бомбардировки. Ход этой зависимости сохраняется для второго и следующих измерений ТЛ после бомбардировки.

Таким образом, в изученном диапазоне доз бомбардировка альфа-частицами не увеличивает, а уменьшает способность плавленого кварца к запасанию светосуммы

и подтверждает результаты, полученные на образцах природного кристаллического кварца, подвергнувшегося действию излучений естественных радиоактивных элементов [7].

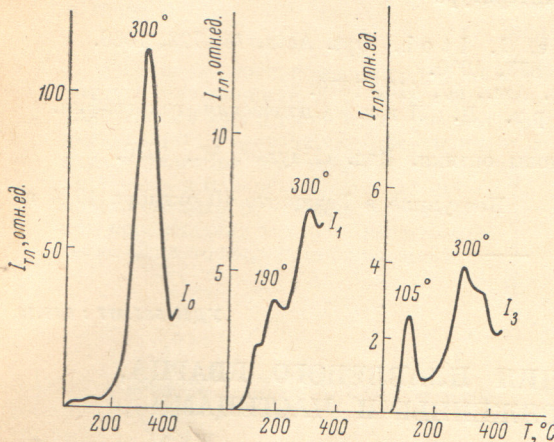


Рис. 1. Кривые ТЛ рентгенизированного плавленого кварца до (I_0) и после (I_1 , I_3) бомбардировки альфа-частицами с энергией 14 МэВ.

I_1 , I_3 — первое и третье измерение ТЛ после бомбардировки. Доза $\approx 7 \cdot 10^{14}$ альфа-частиц $\cdot \text{см}^{-2}$.

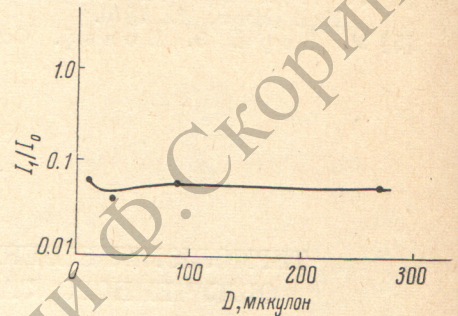


Рис. 2. Зависимость I_1/I_0 рентгенизированного плавленого кварца от дозы альфа-частиц с энергией 14 МэВ.

I_0 , I_1 — интенсивности максимума ТЛ при температуре 300°С до (I_0) и после (I_1) бомбардировки альфа-частицами. I_1 — первое измерение ТЛ после бомбардировки.

Однако уменьшение происходит при дозах около $7.8 \cdot 10^{13}$. Это более чем на порядок меньше величины, полученной при оценке «граничной» дозы для кристаллического природного кварца.

Изменение ТЛ плавленого кварца под действием бомбардировки заряженными частицами можно объяснить, так же как в [7], изменением концентрации центров захвата и рекомбинации, вызываемой радиационными эффектами различного типа (термические пики, зоны смещения, ядерные реакции и т. д.). При достаточно больших дозах альфа-частиц существенную роль будет играть также смещение ионов примесей из положений, в которых они образуют центры захвата и рекомбинации, как наблюдалось, например, в [8] для кристаллов CdS; в этих кристаллах центры зеленой люминесценции диффундировали и выводились из образца при бомбардировке электронами высоких энергий.

При бомбардировке альфа-частицами образуются также нестабильные дефекты, с которыми можно связать пик ТЛ у $190 \div 200^\circ \text{C}$.

В заключение отметим, что изменение способности плавленого кварца к запасанию светосуммы под действием бомбардировки можно использовать как индикатор заряженных частиц и т. д.

Авторы благодарят И. Х. Лемберга, Т. М. Зимкину, В. Н. Щемелева и Л. А. Смирнова.

Литература

- [1] Л. Г. Ченцова, Б. Н. Гречушников, Е. Н. Батрак. Опт. и спектр., 3, 619, 1957.
- [2] С. В. Стародубцев, Ш. А. Вахидов. Сб. «Действие ядерных излучений на материалы», 362. Изд. АН СССР, М., 1962.
- [3] Y. Ichikawa. Japan J. Appl. Phys., 7, 220, 1968.
- [4] Г. И. Потахова, В. Г. Воеводин. Изв. вузов СССР, физика № 9, 149, 1967.
- [5] К. К. Шварц, З. А. Грант, Т. К. Межс, М. М. Грубе. Термолюминесцентная дозиметрия. 122. Изд. «Зинатне», Рига, 1968.
- [6] Р. И. Шехмаметьев. Авт. свид. № 342528. Заявка от 3 июня 1969 г. Бюллетень — открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки № 22, 1972.
- [7] Р. И. Шехмаметьев. Опт. и спектр., 34, 505, 1973.
- [8] В. А. Kulp, R. N. Kelly. J. Appl. Phys., 31, 1057, 1960.

Поступило в Редакцию 24 октября 1974 г.