

УДК 621.383

Влияние ионизирующих излучений на фотоэлектрические свойства твердых растворов GaS_xSe_{1-x}

К. А. Аскеров, Ф. И. Исмаилов

Институт фотоэлектроники НАН Азербайджана, Баку, Республика Азербайджан

Исследовалось влияние ионизирующих излучений различного вида на фотоэлектрические свойства твердых растворов GaS_xSe_{1-x} ($0 \leq x \leq 0,25$). Установлено, что изменение физических свойств исследуемых образцов в результате воздействия ионизирующего излучения является обратимым процессом, связанным в основном с эффектами ионизации и эффектами на поверхности. Показано, что эти материалы могут быть использованы в качестве чувствительного элемента для изготовления датчиков ионизирующего излучения.

Практический интерес к классу полупроводниковых соединений $A^{III}B^{VI}$ и их твердым растворам стимулировал появление значительного количества работ по изучению их электрофизических, гальваноманнитных, фотоэлектрических и других свойств. В литературе имеются работы, посвященные разработкам фотоприемников на основе этих материалов и исследованиям воздействия ионизирующих излучений на физические свойства слоистых кристаллов и преобразователей на их основе [1—4].

Данная статья посвящена изучению влияния ионизирующих излучений на физические свойства твердых растворов GaS_xSe_{1-x} , перспективных для изготовления датчиков ионизирующего излучения.

Исследуемые образцы GaS_xSe_{1-x} получены методом медленного охлаждения для значений $x = 0; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2$ и $0,25$.

Полученные составы твердых растворов подвергались воздействию гамма-квантов и электронного облучения с различной энергией. В процессе электронного облучения с энергией

6 и 25 МэВ изучено изменение темнового сопротивления твердых растворов GaS_xSe_{1-x} ($0 \leq x \leq 0,25$).

На рис. 1 представлены изменения величины $R_T R_{obl}/R_T$ (R_T — темновое сопротивление образца; R_{obl} — то же, после облучения) от состава твердого раствора. Как видно из рисунка, в образцах твердого раствора $GaS_{0,25}Se_{0,75}$ наблюдается максимальное изменение и быстрое восстановление темнового сопротивления (4–6 с). Такое изменение повторяется в процессе воздействия гамма-излучения. Следует отметить, что тонкий слой твердого раствора $GaS_{0,25}Se_{0,75}$ обладает чувствительностью к ионизирующему излучению, значительно повышающей чувствительность материалов, используемых в детекторах излучения. При этом облучение тонких слоев

ев (100–500 Å) образца $GaS_{0,25}Se_{0,75}$ мощными флюенсами электронов (10^{10} – 10^{12} Э/(см²·с)) и гамма-излучения (100–800 Р/с) не вызывает в них никаких необратимых изменений. Поэтому использование $GaS_{0,25}Se_{0,75}$ в детекторах излучения в качестве материала для чувствительного элемента может значительно расширить диапазоны измерений доз регистрируемых детекторами ионизирующих излучений.

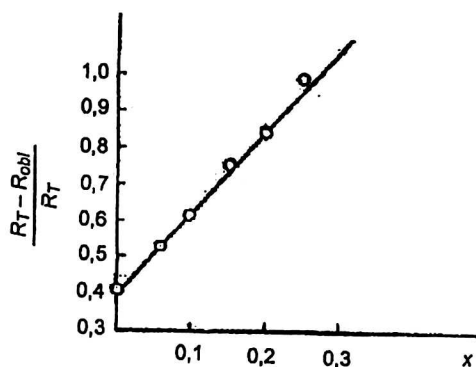


Рис. 1. Зависимость изменения $R_T - R_{obl}/R_T$ от состава твердого раствора GaS_xSe_{1-x} ($0 \leq x \leq 0,25$)

На рис. 2 представлены графики зависимости темнового сопротивления монокристаллического твердого раствора $GaS_{0,25}Se_{0,75}$ для двух образцов с разными сопротивлениями от интенсивности падающего электронного излучения с энергией 6 МэВ.

Темновое сопротивление (или темновой ток через него) после прекращения облучения за 4–6 с восстанавливается до исходного значения. Максимальное изменение темнового сопротивления образцов составляет примерно три порядка, что обуславливает высокую чувствительность образцов $GaS_{0,25}Se_{0,75}$ к излучениям. Как видно из рис. 2, зависимость темнового сопротивления от интенсивности падающего излучения носит линейный характер. Графики фактически представляют собой рабочую характеристику детектора ионизирующего излучения в случае облучения

его флюенсами электронов. В случае облучения образца $GaS_{0,25}Se_{0,75}$ гамма-излучением зависимость изменения темнового сопротивления от мощности падающего излучения также линейна.

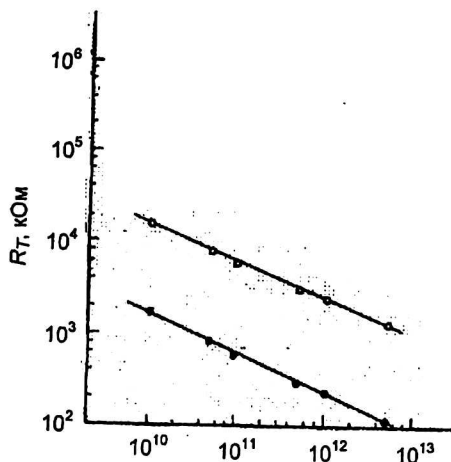


Рис. 2. Зависимости темновых сопротивлений образцов $GaS_{0,25}Se_{0,75}$ от интенсивности электронов с энергией 6 МэВ твердого раствора GaS_xSe_{1-x} ($0 \leq x \leq 0,25$)

Экспериментально установлено, что образец из твердого раствора $GaS_{0,25}Se_{0,75}$, выполненный в виде тонкого слоя, позволяет измерять мощность гамма-излучения, равную 800 Р/с и интенсивность электронного пучка до $5 \cdot 10^{12}$ Э/(см²·с) (см. рис. 2). При этом чувствительность монокристаллического слоя твердого раствора $GaS_{0,25}Se_{0,75}$ в интервале энергии гамма-квантов 1,24–3,5 МэВ и электронов 6–25 МэВ не зависит от энергии падающих частиц. Уменьшение темновых сопротивлений с ростом мощности флюенса облучения является обратимым процессом, связанным в основном с эффектами ионизации и эффектами на поверхности. Поэтому после прекращения воздействия наблюдается возрастание темновых сопротивлений до исходных величин. По-видимому, радиационные нарушения в объеме при таких мощностях существенную роль не играют.

До и после электронного облучения с энергией 6 и 25 МэВ измеряли спектральные характеристики фоторезисторов, изготовленных на основе твердого раствора $GaS_{0,2}Se_{0,8}$.

На рис. 3 приведены спектральные распределения фотопроводимости фоторезисторов на основе $GaS_{0,2}Se_{0,8}$ до и после облучения различными интегральными флюенсами электронов с энергией 6 МэВ при 300 К. Как видно из рис. 3, облучение электронами с энергией 6 МэВ до флюенса 10^{16} см⁻² приводит к увеличению фоточувствительности в максимуме спектральной характеристики $GaS_{0,2}Se_{0,8}$ на 60 %. Однако с дальнейшим ростом флюенса исходное значение фоточувствительности в этой точке восстанавливается или даже уменьшается, но одновременно с этим имеет место и увеличение фоточувствительности в длинноволновой области спектра. В случае облучения электронами с энергией

25 МэВ до флюенса 10^{14} см^{-2} также наблюдается увеличение чувствительности на 20 % и сдвиг максимума в коротковолновой области спектра. Но флюенсы до 10^{16} см^{-2} приводят к ухудшению фоточувствительности на 70 % в максимуме спектральной характеристики.

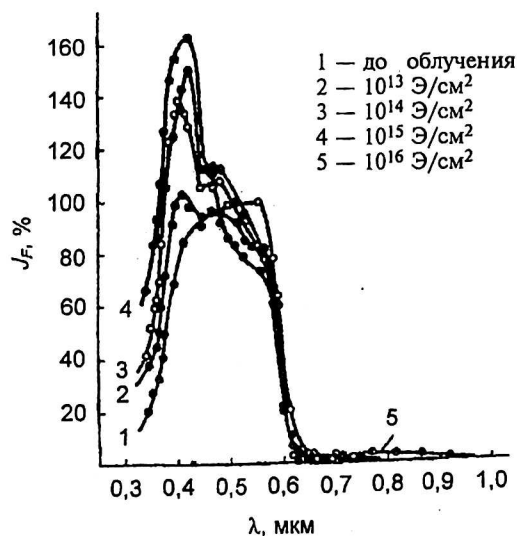


Рис. 3. Спектральные характеристики фоторезисторов на основе $\text{GaS}_{0,2}\text{Se}_{0,8}$ до и после облучения различными интегральными флюенсами электронов с энергией 6 МэВ

Заключение

Изменение электрических свойств твердых растворов $\text{GaS}_x\text{Se}_{1-x}$ при облучении разными частицами, по-видимому, связано со специфической особенностью кристаллической структуры слоистых материалов. Изменение чувствительности следует при этом рассматривать как следствие особенностей структурного строения межслоевых прослоек. Результаты проведенных исследований показывают перспективность использования твердого раствора $\text{GaS}_{0,25}\text{Se}_{0,75}$ в качестве чувствительного элемента для детекторов ионизирующих излучений.

Литература

1. Аскеров К. А., Исаев Ф. К., Амиров Д. Г. Дефектообразование и диффузионные процессы в некоторых слоистых полупроводниках. — Азернешр, 1991. С. 126.
2. Абдуллаев Г. Б., Абасова А. З., Аскеров К. А., Заитов Ф. А., Салаев Э. Ю., Стафеев В. И. // Известия АН СССР. Сер. Неорг. матер., 1983. Т. 19. № 4. С. 679—681.
3. Аскеров К. А. // Физика. 1996. № 2. С. 36—39.
4. Аскеров К. А. // Там же. С. 19—21.

Influence of the ionizing irradiation on photoelectric properties of $\text{GaS}_x\text{Se}_{1-x}$ solid solutions

K. A. Askerov, F. I. Ismaylov

Institute of Photoelectronics of the Azerbaijan National Academy of Sciences,
Baku, Republic of Azerbaijan

The influence of the ionizing irradiation of a various kind on photoelectric properties of the $\text{GaS}_x\text{Se}_{1-x}$ ($0 \leq x \leq 0.25$) has been investigated. It is established that the change of physical properties of researched samples as a result of the influence of the ionizing irradiation is convertible process connected, basically, with effects of ionization and surface effects. It is shown, that these materials can be used as a sensitive element for manufacturing gauges of the ionizing irradiation.