

Оптические и фотоэлектрические свойства халькогенидных стеклообразных пленок селенида мышьяка, легированного эрбием

Гаврилюк Алексей Сергеевич

студент

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,

физический факультет, Москва, Россия

E-mail: alex_elec@inbox.ru

Халькогенидные стеклообразные пленки селенида мышьяка, легированные эрбием ($As_2Se_3:Er$), являются перспективными с точки зрения их использования в оптоэлектронных приборах, поскольку обладают заметной люминесценцией на длине волны 1,54 мкм, соответствующей минимуму оптических потерь в оптоволокне [1,2]. Для создания светоизлучающих приборов с оптимальными параметрами на основе пленок $As_2Se_3:Er$, необходимо детально исследовать оптические и фотоэлектрические свойства последних. Представляет также значительный интерес с целью выявления роли эрбия в процессах генерации и переноса носителей заряда провести сравнительный анализ оптических и фотоэлектрических свойств халькогенидных стеклообразных пленок As_2Se_3 , легированных и нелегированных эрбием. Целью данной работы было исследование спектральной зависимости коэффициента поглощения и проводимости пленок $As_2Se_3:Er$ и As_2Se_3 .

Пленки $As_2Se_3:Er$ и As_2Se_3 были получены путем термического испарения в вакууме. Температура испарения была подобрана, исходя из достижения расчетного давления пара и получения качественной пленки, и составляла 350°C. При этом использовалась технологическая установка, которая позволяла наносить тонкие пленки при одновременном испарении материалов из двух источников. Это было необходимо для модификации As_2Se_3 , редкоземельным комплексом эрбия. Толщина пленок $d \approx 1$ мкм. Для измерения фотоэлектрических характеристик на поверхность пленок напылялись алюминиевые контакты. Проводимость исследовалась в области температур 25-100°C.

В данной работе спектральная зависимость коэффициента поглощения пленок As_2Se_3 и $As_2Se_3:Er$ определялась с помощью метода постоянного фототока (СРМ), так как в случае тонких пленок и малых значений показателя поглощения, обычные методы определения коэффициента поглощения (измерение коэффициентов отражения и пропускания) неприменимы, из-за малых значений величины $\alpha d < 1$, где α – коэффициент поглощения). В области межзонного поглощения коэффициент поглощения наилучшим образом описывается моделью Клазиса [3], предполагающей линейное распределение плотности электронных состояний хвостов зон. В результате анализа на основе данной модели полученных спектральных зависимостей коэффициента поглощения была определена оптическая ширина щели подвижности для As_2Se_3 и $As_2Se_3:Er$. Оптическая ширина щели подвижности получилась примерно одинаковой для легированных эрбием и нелегированных пленок As_2Se_3 , и оказалась равной примерно 1,6 эВ.

В области энергии кванта 1.4эВ÷1.6эВ коэффициент поглощения описывается законом Урбаха [4]:

$$\alpha(h\nu) = \alpha_0 \exp\left\{-\frac{E_g - h\nu}{E_0}\right\},$$

где E_g -оптическая ширина щели подвижности, $h\nu$ - энергия кванта поглощаемого света, α_0 -коэффициент поглощения, E_0 -характеристическая энергия, несущая информацию о распределении локализованных состояний в хвостах зон. Для образцов As_2Se_3 и $As_2Se_3:Er$ величина E_0 оказалось равной примерно 0,18 эВ, что может свидетельствовать об отсутствии влияния эрбия на степень разупорядоченности системы.

Исследования вольт-амперных характеристик образцов As_2Se_3 и $As_2Se_3:Er$ показали, что зависимость силы тока от напряжения имеют линейный характер при малых значениях напряжений (до 10 В) в соответствии с законом Ома. При больших

напряжениях измерения не проводились, поскольку при этом образец демонстрировал нестабильность свойств.

Температурные зависимости образцов As_2Se_3 и $As_2Se_3:Er$ имеют активационный характер с энергией активации $E_a=0,45$ эВ для легированных эрбием и нелегированных образцов As_2Se_3 . Таким образом, введение Er в пленки As_2Se_3 , не приводит к заметным изменениям проводимости и ее энергии активации, что находится в соответствии с фактом об отсутствии влияния легирования на положение уровня Ферми в халькогенидных стеклообразных полупроводниках [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fick J., Knystaustas E.J., Villeneuve A., Schiettekatte F., Roorda S., Richardson K.A. High photoluminescence in erbium-doped chalcogenide thin films. *Journ. of Non-Cryst. Solids* 272 (2000) 200-208.
2. Lyubin V., Klebanov M., Sfez B., Ashkinadze B. Photoluminescence and photodarkening effect in erbium doped chalcogenide glassy films. *Material Letters* 58 (2004) 1706-1708.
3. A. Frova, A. Selloni. The optical threshold of hydrogenated amorphous silicon N.Y., Plenum Press.-1985-p.271
4. Клява Я.Г. Правило Урбаха и континуальная неупорядоченность в некристаллических твердых телах. *Физика твердого тела*. – 1985. Т.27, №5.- с.1350-1353.
5. Hubbard J. Electron correlation in narrow energy bands // *Proc. Roy. Soc. A* -1963.- Vol. 276.-P.238.