

СПЕКТРЫ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ $\text{ZnGa}_2\text{S}_4 < \text{Nd} >$

Т.Г.КЕРИМОВА, И.Г. НАСИБОВ, С.Г.ШУКУРОВ, С.Г.АСАДУЛЛАЕВА

*Институт Физики АН Азербайджана**Баку 370143, пр. Джавида 33*

Nd^{3+} elementinin atomları ilə aşqarlanmış ZnGa_2S_4 monokristalında 77 və 300 K-də fotoluminensensiya spektrləri tədqiq edilmişdir. 5560 Å, 5520 Å and 5470 Å, 5620 Å, 5685 Å and 5570 Å şüalanma xətləri müşahidə olunmuşdur. 5470-5560 Å oblastında şüalanma xətləri ${}^2\text{G}_{7/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{9/2}$ daxili-mərkəzi keçidləri, 5520 – 5620 Å oblastında isə ${}^2\text{G}_{7/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{9/2}$ keçidləri ilə bağlıdır.

Исследованы спектры фотolumинесценции ZnGa_2S_4 легированные атомами редкоземельного элемента Nd^{3+} при 77 и 300 К. обнаружены линии излучения при 5560 Å, 5520 Å и 5470 Å и 5620 Å, 5685 Å и 5570 Å при 77 К. Линии излучения в области 5470 – 5560 Å связаны с внутрицентровыми переходами ${}^2\text{G}_{7/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{9/2}$, а линии в области 5520 – 5620 Å с переходами ${}^2\text{G}_{1/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{9/2}$ в атоме Nd.

There has been investigated photoluminescence spectra of ZnGa_2S_4 doped by rare earth Nd^{3+} elements at 77 and 300 K. The radiation lines at 5560 Å, 5520 Å and 5470 Å, 5620 Å, 5685 Å and 5570 Å are observed at 77 K. The radiation lines in the 5470 – 5560 Å range are connected with ${}^2\text{G}_{7/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{9/2}$ internal-central transitions, but the lines in 5520 – 5620 Å range are connected with ${}^2\text{G}_{1/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{9/2}$ transitions of Nd atoms.

Полупроводниковые соединения типа $A^2B_2^3C_4^4$ (пр.гр. S_2^4) являются перспективными материалами для использования в полупроводниковом приборостроении. В этих соединениях наблюдается двулучепреломление, оптическая активность, значительные коэффициенты нелинейной восприимчивости, значительная фоточувствительность, яркая фотolumинесценция. Эти свойства в сочетании с большой шириной запрещенной зоны представляют значительный интерес для создания на их основе источников и приемников для ближней и ультрафиолетовой областей спектра.

С другой стороны широкозонные полупроводниковые соединения легированные редкоземельными элементами (РЗЭ) привлекают внимание исследователей также в связи с возможностью создания на их основе светоизлучающих приборов для различных областей спектра.

Эффективность использования широкозонных полупроводников в качестве матрицы обусловлено тем, что температурное гашение фотolumинесценции характерное для внутрицентровых переходов в редкоземельных ионах тем меньше, чем больше ширина запрещенной зоны полупроводниковой матрицы.

Полупроводниковые соединения типа $A^2B_2^3C_4^4$ (пр.гр. S_2^4), имеющие ширину запрещенной зоны более 3 эВ являются перспективными материалами для использования в качестве матрицы при легировании редкоземельными элементами (РЗЭ). В этом аспекте перспективным соединением является ZnGa_2S_4 , который является наименее изученным среди соединений $A^2B_2^3C_4^4$. По имеющимся литературным источникам ZnGa_2S_4 имеет ширину запрещенной зоны 3.18эВ. Авторами [1] впервые были измерены спектры фотопроводимости ZnGa_2S_4 и обнаружены два максимума при 3.18эВ и 2.17эВ. Максимум при 3.18эВ приняли за ширину запрещенной зоны. Позже в [2] исследовано оптическое поглощение ZnGa_2S_4 и $\text{ZnGa}_2\text{S}_4 < \text{Co}^{2+} >$. Оптическая ширина запрещенной зоны определенная из спектров пропускания равна 3.18 эВ для ZnGa_2S_4 и 2.60 эВ для $\text{ZnGa}_2\text{S}_4 < \text{Co}^{2+} >$. В этой же

работе проведена идентификация наблюдаемых линий поглощения Co^{2+} в ZnGa_2S_4 .

Расчеты зонной структуры методом псевдопотенциала проведены в [3]. Вычисленная ширина запрещенной зоны равна 3.6 эВ отличается от экспериментальных значений.

Имеется единственная работа [4], в которой исследовано влияние атомов редкоземельных ионов Eu на спектры фотolumинесценции ZnGa_2S_4 . Спектр фотolumинесценции $\text{ZnGa}_2\text{S}_4 < \text{Eu} >$ представляет собой широкую полосу с максимумом при 565 нм и полушириной 1.11эВ. Эту полосу фотolumинесценции при 565 нм авторы связывают с внутрицентровыми переходами $5D^1 - 7F^2$. Авторами исследована также зависимость интенсивности затухания фотolumинесценции в полосе 565 нм от времени. Зависимость затухания интенсивности фотolumинесценции от времени состоит из двух линейных участков, которые соответствуют затуханию по экспоненциальному закону с временами затухания 7.5 и 54 мс. Предполагается, что короткие времена спада соответствуют внутрицентровому затуханию, а длинные связаны с процессами термоосвобождения электронов из ловушек и их последующей рекомбинацией с ионизированными центрами.

В настоящем сообщении приводятся результаты исследования влияния атомов Nd на спектры фотolumинесценции ZnGa_2S_4 . Образцы для исследования были синтезированы при использовании исходных компонентов Zn, Ga, и S в стехиометрическом соотношении в графитизированных кварцевых ампулах. Примесь редкоземельного атома Nd волилась во время синтеза.

Измерения спектров фотolumинесценции проводились на установке ДФС-12. Возбуждение осуществлялось линией 3600Å ртутной лампы ДРШ-1000.

Были измерены спектры фотolumинесценции как нелегированных образцов ZnGa_2S_4 так и легированных $\text{ZnGa}_2\text{S}_4 < \text{Nd} >$ при 77К и 300К (рис.1).

Спектр фотolumинесценции нелегированных образцов ZnGa_2S_4 при 77 К представляет собой линию излучения при 5485Å(2.32эВ) резко спадающую в

СПЕКТРЫ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ $ZnGa_2S_4<Nd>$

области коротких длин волн и несколько медленно спадающую в длинноволновой области.

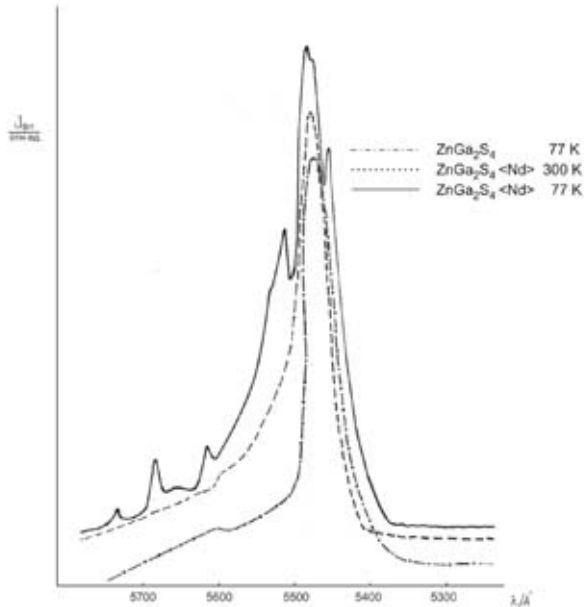


Рис. Спектральная зависимость фотолюминесценции в $ZnGa_2S_4$ при 77 (штрихпунктирная), $ZnGa_2S_4<Nd>$ при 300К (штриховая) и 77К(сплошная линия)

Полуширина линии излучения равна 37Å . Эта линия имеет дублетную структуру (5485Å и 5495Å). Расщепление между линиями дублета равно 15Å . Линия излучения при 2.32эВ имеет примесную природу

Максимум излучения в спектре легированного образца $ZnGa_2S_4<Nd>$ при 300К резонансно совпадает с максимумом излучения в спектре нелегированного образца. Однако, спектр излучения $ZnGa_2S_4<Nd>$ при 300К имеет менее резкий спад в длинноволновую область спектра. Полуширина $\sim 40\text{Å}$. При понижении температуры до 77К справа и слева от основной линии излучения в $ZnGa_2S_4<Nd>$ наблюдается особенности при 5470Å , 5520Å и 5560Å , а на длинноволновом спаде наблюдаются линии излучения при 5620Å , 5685Å и 5730Å которые связаны с атомами Nd.

Сравнение значений линий излучения с табличными значениями энергий электронных переходов в атоме Nd. позволяет предположить, что линии излучения при 5470Å , 5520Å и 5560Å связаны с внутрицентровыми переходами ${}^2G_{7/2} \rightarrow {}^4I_{9/2}$, а линии излучения при 5620Å , 5685Å и 5730Å с переходами ${}^2G_{1/2} \rightarrow {}^4I_{9/2}$.

- [1]. I.A.Beun, R.Nitshe, M.Lichtensteiger Physica, 1961, v.27, №8, p.448-452
- [2]. Hyung-gon Kim, Wha-Tek Kim Phys.Rev.1990, v.4, №12, p.8541-8544
- [3]. В.Л.Панютин, Б.Э. Понедельников, А.Е.Розенсон, В.И.Чижиков ФТП, 1981, т.15, в.2, с.311-315

- [4]. Б.Г.Тагиев, Г.Г.Гусейнов, Р.Б.Джаббаров, О.Б.Тагиев, Н.Н.Мусаева, А.Н.Георгобиани Известия РАН, сер. Неорганические материалы, 2000, т.36, №12, с.1415-1417

Daxil olunub: 01.07.2007