

ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ НЕЛЕГИРОВАННЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ ХЛОРОМ СЛОЕВ $Zn_{1-x}Cd_xSe$ И $Zn_{1-x}Mg_xS_ySe_{1-y}$, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНО-ПУЧКОВОЙ ЭПИТАКСИИ

© С.В.Иванов, Н.Н.Леденцов, М.В.Максимов, А.А.Торопов,
Т.В.Шубина, С.В.Сорокин, Х.С.Парк,* Д.Р.Ким,* Э.С.О,*
Х.Д.Джонг,* С.Х.Парк,† П.С.Копьев

Физико-технический институт им.А.Ф.Иоффе Российской академии наук,
194021 Санкт-Петербург, Россия

* Институт прогрессивных технологий корпорации «Самсунг Электроникс»,
440-600 Сувон, Республика Корея

† Физический факультет, Йонсей университет,
120-749 Сеул, Республика Корея

(Получена 2 марта 1995 г. Принята к печати 13 марта 1995 г.)

Исследованы температурные зависимости краевой фотолюминесценции нелегированных и легированных хлором (Cl) слоев $Zn_{1-x}Mg_xS_ySe_{1-y}$ ($0 < x < 0.05$, $0 < y < 0.25$) и $Zn_{1-x}Cd_xSe$ ($0 < x < 0.2$), выращенных методом молекулярно-пучковой эпитаксии на подложках GaAs (100). Показано, что флуктуации состава твердого раствора, наиболее выраженные для слоев ZnS_ySe_{1-y} ($Zn_{1-x}Cd_xSe$) с большим содержанием S (Cd), приводит к существенному уширению линии экситонной люминесценции. При гелиевых температурах локализация экситонов на флуктуациях состава приводит к возрастанию интегральной интенсивности фотолюминесценции твердых растворов по сравнению с чистыми слоями ZnSe при малых плотностях возбуждения. При 77 К происходит делокализация экситонов и носителей существенно уменьшается интегральная интенсивность краевой фотолюминесценции. Умеренное легирование хлором ($10^{17} \div 10^{18} \text{ см}^{-3}$) вызывает гигантское увеличение интенсивности краевой фотолюминесценции в слоях ZnSe и ZnS_ySe_{1-y} . Реализованы инжекционные лазеры с квантовыми ямами в системе ZnSe-ZnCdSe, работающие при 77 К в импульсном режиме (пороговая плотность тока 600 А/см^2) и лазеры, работающие при комнатной температуре в импульсном режиме на структурах с эмиттерами ZnSSe, согласованными по параметру решетки с подложкой GaAs.

Широкозонные полупроводниковые соединения $A^{II}B^{VI}$ привлекают к себе в настоящее время значительное внимание вследствие их возможного применения для создания светоизлучающих приборов в сине-зеленом оптическом диапазоне $[1^{-3}]$. В связи с этим важной задачей является получение и исследование оптических свойств слоев ZnS_ySe_{1-y} и $Zn_{1-x}Cd_xSe$, широко используемых в волноводной и активной областях сине-зеленых лазеров $[1,2]$, а также слоев

$Zn_{1-x}Mg_xS_ySe_{1-y}$, с недавнего времени используемых в качестве широкозонных эмиттеров подобных лазерных структур [3-5].

Одним из наиболее эффективных методов, позволяющих оценить степень чистоты выращиваемых слоев, их однородность по составу, а также идентифицировать характерные примесные центры и дефекты, является спектроскопия фотолюминесценции (ФЛ). Следует, однако, иметь в виду, что в случае одиночных слоев весьма сложно определить квантовую эффективность излучательной рекомбинации, поскольку в высокочистых однородных слоях большие коэффициенты диффузии неравновесных носителей или экситонов могут приводить к их эффективному транспорту по направлению к поверхности и подложке GaAs, где они рекомбинируют безызлучательно на поверхностных дефектах, дислокациях и примесных центрах. Существенную роль могут играть также особенности локализации и энергетической релаксации неравновесных носителей и экситонов [6].

В данной работе мы исследовали влияние легирования донорной примесью, рассогласования параметров решетки и геометрии структуры на эффективность фотолюминесценции слоев $Zn_{1-x}Mg_xS_ySe_{1-y}$ и $Zn_{1-x}Cd_xSe$ при различных температурах наблюдения.

Эпитаксиальные слои выращивались на подложках GaAs с ориентацией (001) (полуизолирующих, с плотностью дислокаций $N_{\text{disl}} = (1 \div 4) \cdot 10^4 \text{ см}^{-2}$, и легированных кремнием с $N_{\text{disl}} < 10^3 \text{ см}^{-2}$). Поверхность подложки была подготовлена по методике, описанной в [7]. Эпитаксиальные слои ZnSe были выращены при температуре подложки $T_s = 300 \div 320^\circ\text{C}$ и скорости роста $v_g = 90 \text{ \AA}/\text{мин}$, соответствующей эквивалентному давлению потока цинка у поверхности подложки $P_{Zn} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ Тор}$ (измеряемому ионизационным датчиком Байярда-Альперта).

При росте реальное отношение интенсивностей потоков Se и Zn $J_{\text{Se}}/J_{\text{Zn}}$ изменялось от 0.8 до 2.0. В качестве источников материалов использовались элементарные Zn(6N), Se(6N), Cd(6N), Mg(4N). В качестве источника серы использовался поликристаллический ZnS(5N).

Эпитаксиальные слои ZnS_ySe_{1-y} , которые могут использоваться в качестве волноводных или широкозонных эмиттерных слоев синезеленых лазеров, были выращены в широком диапазоне составов ($0 < y < 0.25$) при $T_s = 280 \div 300^\circ\text{C}$. При этом P_{Zn} поддерживалось постоянным и равным $6 \cdot 10^{-7} \text{ Тор}$, в то время как полное давление пучка ZnS (P_{ZnS}) изменялось в диапазоне $1.5 \cdot 10^{-7} \div 1.9 \cdot 10^{-6} \text{ Тор}$ и пучка Se₂ (P_{Se_2}) в диапазоне $4.5 \cdot 10^{-7} \div 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ Тор}$. В некоторых процессах единственным источником потока цинка на поверхности роста являлся ZnS. Скорость роста слоев ZnS_ySe_{1-y} изменялась в диапазоне $50 \div 250 \text{ \AA}/\text{мин}$ в зависимости от содержания серы в твердом растворе. Особо следует отметить, что практически все слои с $y > 0.05$ были выращены в стабилизированных по Zn условиях.

Эпитаксиальные слои $Mg_xZn_{1-x}S_ySe_{1-y}$ были выращены в тех же режимах, что и слои ZnS_ySe_{1-y} . Эквивалентное давление пучка магния составляло $P_{Mg} = (2 \div 8) \cdot 10^{-8} \text{ Тор}$.

При выращивании эпитаксиальных слоев $Zn_{1-x}Cd_xSe$ отношение потоков атомов шестой и второй групп (VI/II) изменялось в диапазоне $0.9 \div 1.5$ при $P_{Cd} = (1.0 \div 2.8) \cdot 10^{-7} \text{ Тор}$.

Для получения легированных хлором эпитаксиальных слоев n -ZnSe и n -ZnS_ySe_{1-y} был использован источник ZnCl₂. Типичные рабочие температуры ячейки ZnCl₂ лежали в диапазоне 140÷180°C. Во время роста слоев ZnSe:Cl и ZnS_ySe_{1-y}:Cl отношение J_{Se}/J_{Zn} поддерживалось близким к единице.

Толщина всех выращенных неизопериодических слоев значительно превосходила критическую.

Спектры ФЛ снимались в криостате в потоке газообразного гелия в температурном диапазоне 5÷300 К. В качестве источников возбуждения использовались He-Cd-лазер непрерывного излучения с длиной волны 325 нм, импульсный лазер на парах азота с длиной волны излучения 337 нм или свет галогенной лампы, пропущенный через монохроматор. В качестве регистрирующей системы использовался монохроматор МДР-23 и охлаждаемый фотоумножитель, работающий в режиме счета фотонов.

На рис. 1 представлен спектр ФЛ слоя ZnSe при 5 К. Из рис. 1 видно, что полная ширина на половине высоты линии свободного экситона составляет примерно ~1 мэВ. Кроме того, присутствует в спектре линия I_v^0 говорит об очень низкой концентрации примесей в пленках ZnSe [8,9]. Таким образом, для слоев ZnSe, а также ZnS_ySe_{1-y} и Zn_{1-x}Cd_xSe с низким содержанием S (y) или Cd (x) следует ожидать больших значений коэффициентов диффузии и, следовательно, относительно большей роли безызлучательной рекомбинации на поверхности и гетерогранице с подложкой при высоких температурах наблюдения.

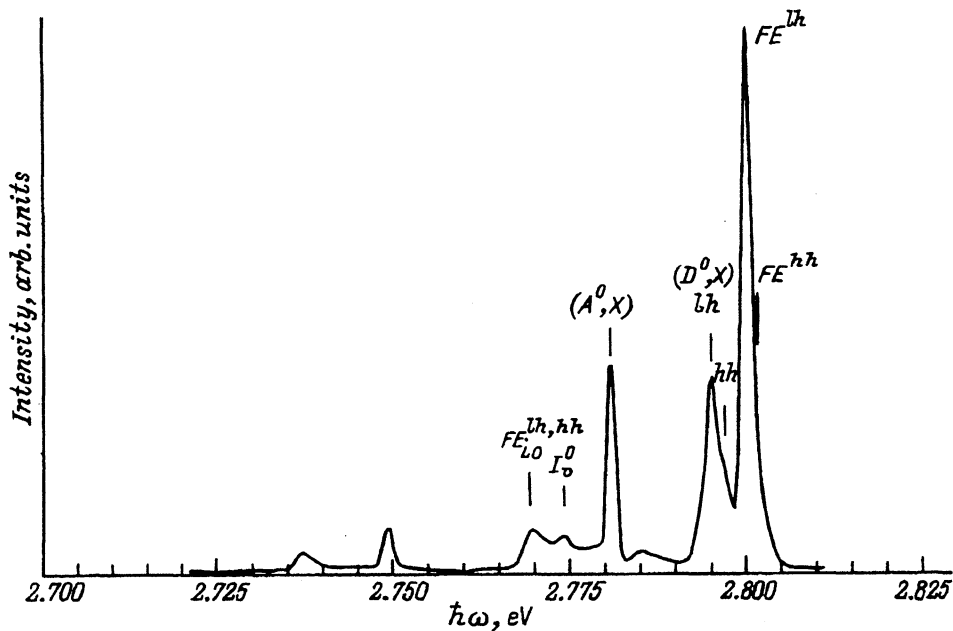


Рис. 1. Спектр ФЛ слоя ZnSe. $FE^{hh, lh}$ — линия свободного экситона с участием тяжелых и легких дырок, $(D^0, X)^{hh, lh}$ — линия экситона, связанного на нейтральном доноре, (A^0, X) — линия экситона, связанного на нейтральном акцепторе, I_v^0 — рекомбинация, включающая состояния, обусловленные локализованными дефектными комплексами, $FE_{LO}^{hh, lh}$ — LO-фононные реплики линий свободного экситона. Температура наблюдения 5 К, плотность мощности возбуждения 1 Вт/см², энергия возбуждающего кванта 3.81 эВ.

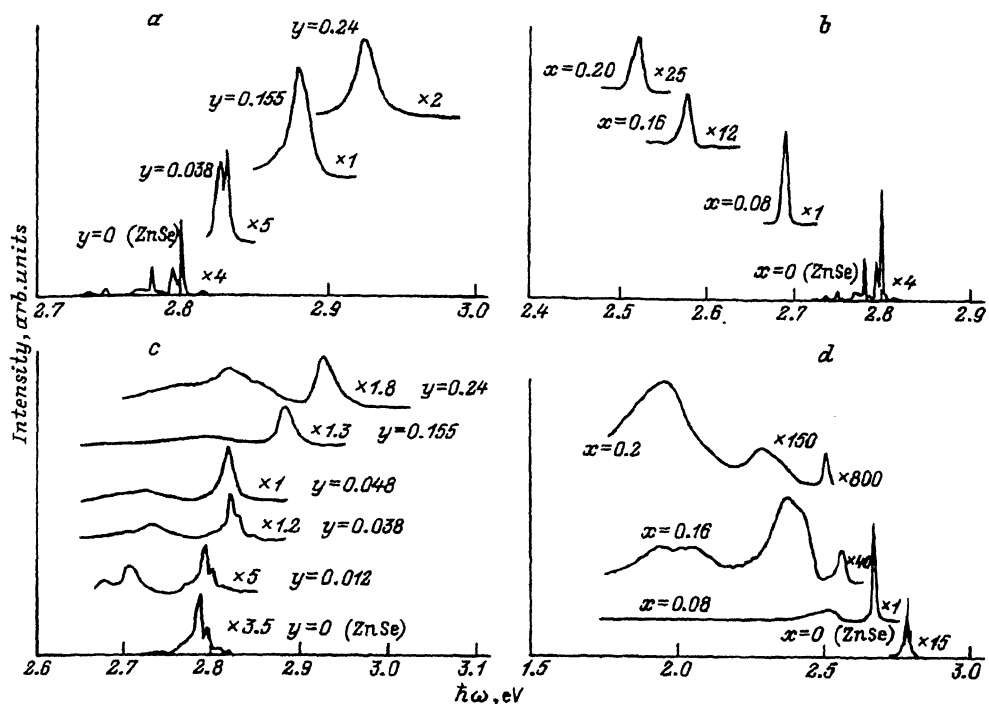


Рис. 2. Спектры ФЛ слоев ZnS_ySe_{1-y} с различным содержанием Se при 5 (a) и 77 К (c) и слоев $Zn_{1-x}Cd_xSe$ с различным содержанием Cd при 5 (b) и 77 К (d). Плотность мощности возбуждения 1 Вт/см^2 , энергия возбуждающего кванта 3.81 эВ .

Спектры ФЛ слоев ZnS_ySe_{1-y} с различным содержанием серы при 5 К представлены на рис. 2, a. Из рис. 2, a можно видеть, что для слоев с высоким содержанием серы полуширина краевого пика в спектре ФЛ возрастала до $\sim 20 \text{ мэВ}$. Такая закономерность типична для твердых растворов и обусловлена влиянием флуктуаций состава. Из рис. 2, a также видно, что интегральная интенсивность ФЛ слоев с высоким содержанием серы сравнима или превышает интегральную интенсивность ФЛ слоев с низким содержанием серы и слоев ZnSe. Если принять во внимание более высокую концентрацию дислокаций в таких слоях, то этот факт говорит о сильном уменьшении экситонного транспорта по направлению к поверхности, гетерогранице, дислокациям и протяженным дефектам вследствие локализации экситонов и носителей на флуктуациях состава и, соответственно, о подавлении безызлучательной рекомбинации.

Все приведенные выше рассуждения полностью справедливы и для слоев $Zn_{1-x}Cd_xSe$ (рис. 2, b). Следует, однако, учесть, что у слоев с высоким содержанием Cd в отличие от слоев с тем же содержанием серы степень расгласования кристаллической решетки по отношению к подложке GaAs намного выше, что приводит к увеличению плотности дислокаций на один или даже два порядка и, соответственно, к уменьшению интенсивности краевой люминесценции вследствие безызлучательной рекомбинации экситонов и неравновесных носителей на дислокациях.

Повышение температуры наблюдения до 77 К приводит к сильному увеличению коэффициентов диффузии экситонов и неравновесных носителей вследствие их температурной делокализации. В этом случае в отличие от результатов, полученных при 5 К, интенсивность люминесценции несогласованных по параметру решетки с GaAs слоев $\text{ZnS}_y\text{Se}_{1-y}$ (т.е. слоев с большим содержанием серы) заметно меньше, чем согласованных слоев (т.е. слоев с $y \sim 0.05$), что отражает более высокое кристаллическое качество последних (рис. 2,с).

Значительное уменьшение интенсивности краевой люминесценции слоев $\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Se}$ с большим содержанием Cd при 77 К сопровождается появлением в длинноволновой области спектра полосы, обусловленной излучательной рекомбинацией на протяженных дефектах и не наблюдающейся при 5 К (рис. 2,д). Длинноволновая полоса, связанная с рекомбинацией на протяженных дефектах, заметно проявляется при 77 К только у слоя $\text{ZnS}_y\text{Se}_{1-y}$ с содержанием серы, равным 24% (рис. 2,с).

В случае слоев $\text{ZnS}_y\text{Se}_{1-y}$ ($\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Se}$) с малым содержанием серы (кадмия) при 77 К у экситонной линии в спектре ФЛ с коротковолновой стороны присутствует резкий провал. Известно, что такая «двугорбая» структура спектра ФЛ связана с поверхностной рекомбинацией. Вблизи поверхности образца образуется так называемый «мертвый слой», не дающий вклада в люминесценцию и в то же время обуславливающий сильное поглощение экситонного излучения вблизи края зоны, что и приводит к изменению формы линии ФЛ. Энергия, соответствующая провалу на спектре ФЛ, в нашем случае равна энергии свободного экситона, определенной из спектра отражения. Описанное выше изменение формы линии ФЛ следует принимать во внимание для правильного определения состава твердого раствора на основе люминесцентных данных.

Повышение температуры наблюдения приводит к увеличению вероятности безызлучательной рекомбинации как на поверхности и гетерогранице, так и на прорастающих дислокациях и других протяженных дефектах и, следовательно, к уменьшению интенсивности фотолюминесценции. Поскольку плотность дефектов в решеточно-согласованных слоях значительно ниже, чем в несогласованных, интегральная интенсивность ФЛ первых при комнатной температуре и низкой плотности возбуждения на 2 порядка выше, чем у последних.

Легирование хлором приводит к гигантскому увеличению интегральной интенсивности ФЛ у ZnSe и $\text{ZnS}_y\text{Se}_{1-y}$ при высоких температурах наблюдения. На рис. 3 приведены спектры ФЛ при комнатной температуре нелегированного ZnSe (кривая 1), близкого к решеточно-согласованному $\text{ZnS}_y\text{Se}_{1-y}$ (кривая 2), а также слабо легированного слоя $\text{ZnSe}:\text{Cl}$ (кривая 3). Увеличение равновесной концентрации электронов вызывает уменьшение времени излучательной рекомбинации, и, если легирование не приводит к резкому возрастанию числа центров безызлучательной рекомбинации (например, поверхностной рекомбинации), вызывает увеличение квантового выхода ФЛ. Значительное увеличение интенсивности краевого излучения при умеренном уровне легирования ($n = 1 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$) говорит о том, что концентрация свободных носителей, значительно меньшая концентрации неравновесных носителей при условиях, близких к порогу лазер-

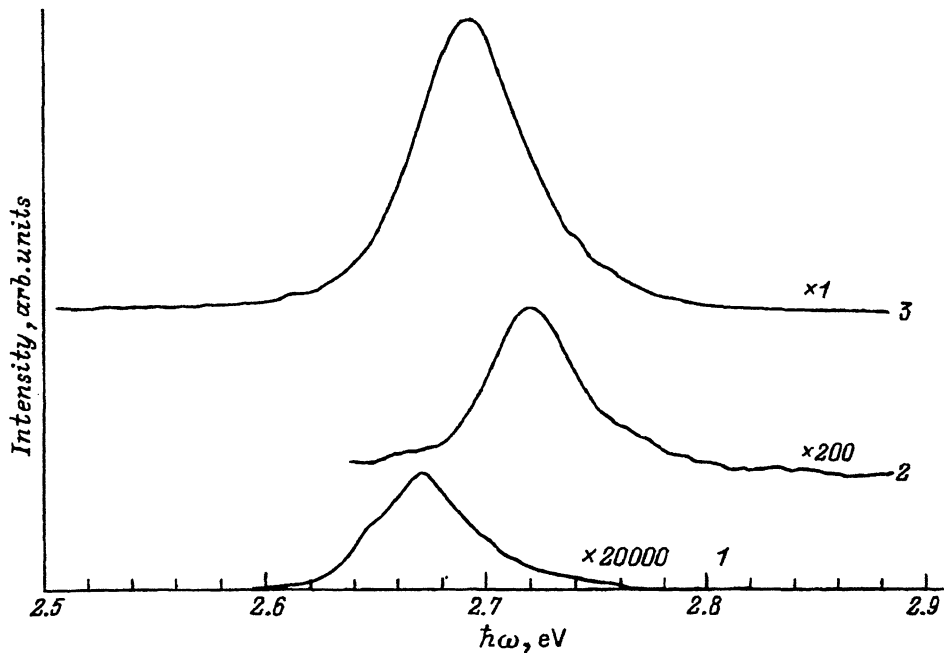


Рис. 3. Спектры ФЛ нелегированного ZnSe (1), решеточно-согласованного с GaAs ZnS_ySe_{1-y} (2) и умеренно легированного хлором ZnSe (3). Температура наблюдения 300 К, плотность мощности возбуждения 1 Вт/см^2 , энергия возбуждающего кванта 3.81 эВ.

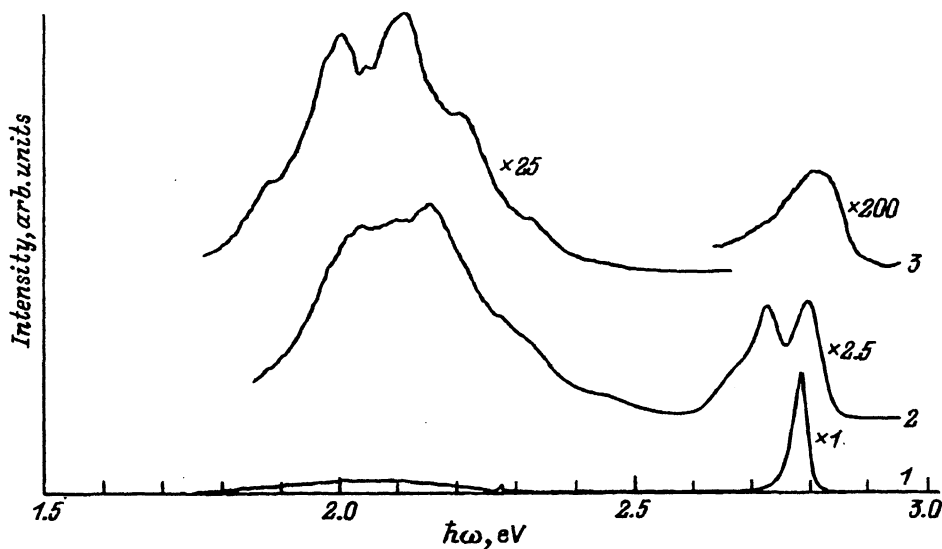


Рис. 4. Спектры ФЛ слоев ZnSe:Cl с различным уровнем легирования. $n, \text{ см}^{-3}$: 1 — $1.2 \cdot 10^{18}$, 2 — $6 \cdot 10^{18}$, 3 — $1.2 \cdot 10^{19}$. Температура наблюдения 77 К, плотность мощности возбуждения 1 Вт/см^2 , энергия возбуждающего кванта 3.81 эВ.

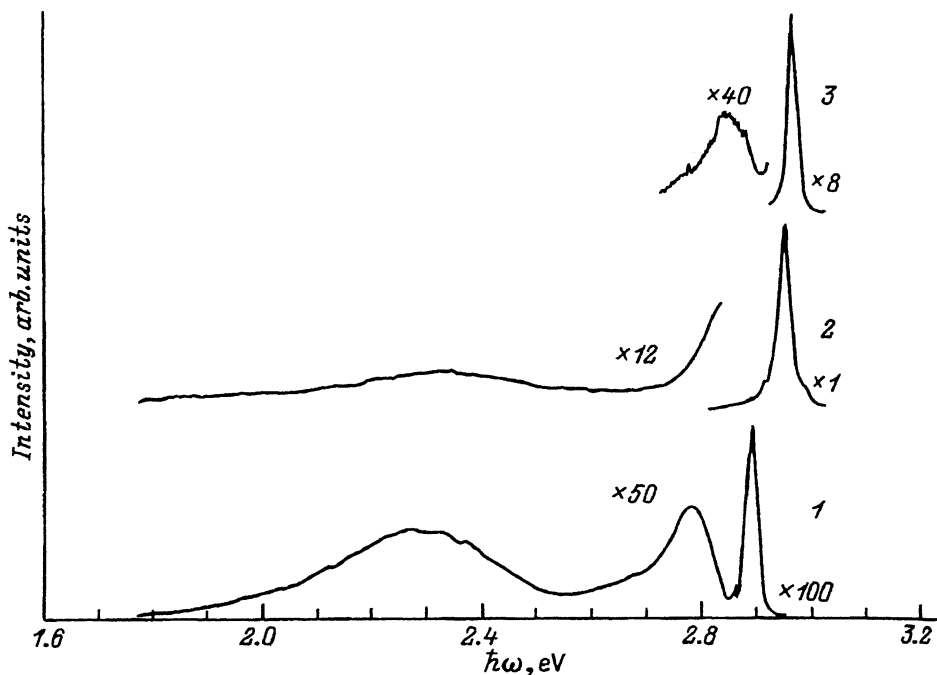


Рис. 5. Спектры ФЛ слоев $Mg_xZn_{1-x}S_ySe_{1-y}$.

1 — $x = 0.08$, $y = 0.03$; 2 — $x = 0.13$, $y = 0.02$; 3 — $x = 0.13$, $y = 0.04$. Температура наблюдения 77 К, плотность мощности возбуждения 1 Вт/см^2 , энергия возбуждающего кванта 3.81 эВ.

ной генерации, может эффективно снижать влияние безызлучательной рекомбинации, несмотря на рассогласование параметров решеток слоя и подложки.

Увеличение уровня легирования выше $6 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ сопровождается, однако, сильным увеличением интенсивности люминесценции длинноволновой полосы (1.8÷2.2 эВ), в то время как интенсивность краевой люминесценции резко снижается (рис. 4). Это связано, по-видимому, с сильным эффектом самокомпенсации вследствие образования большой концентрации глубоких акцепторных комплексов при высоких уровнях легирования [10].

Изменение интенсивности и положения максимума краевой полосы ФЛ при 77 К слоев $Zn_{1-x}Mg_xS_ySe_{1-y}$ (рис. 5) находятся в хорошем соответствии с данными рентгеновского анализа. Слои $Zn_{1-x}Mg_xS_ySe_{1-y}$, для которых наблюдается интенсивный и относительно узкий краевой пик ФЛ, имеют наименьшее рассогласование по параметру решетки с подложкой GaAs и, соответственно, меньшую плотность дислокаций.

Различие в интенсивностях ФЛ слоев $Zn_{1-x}Mg_xS_ySe_{1-y}$ одинаково связано с присутствием на поверхности одного из образцов (рис. 5, кривая 2) тонкого слоя (0.2 мкм) более широкозонного твердого раствора ZnMgS, который препятствует безызлучательной рекомбинации на поверхности. Этот результат подтверждает возможность получения слоев $Zn_{1-x}Mg_xS_ySe_{1-y}$ с интенсивной люминесценцией, несмотря на значительное рассогласование по параметру решетки с подложкой GaAs.

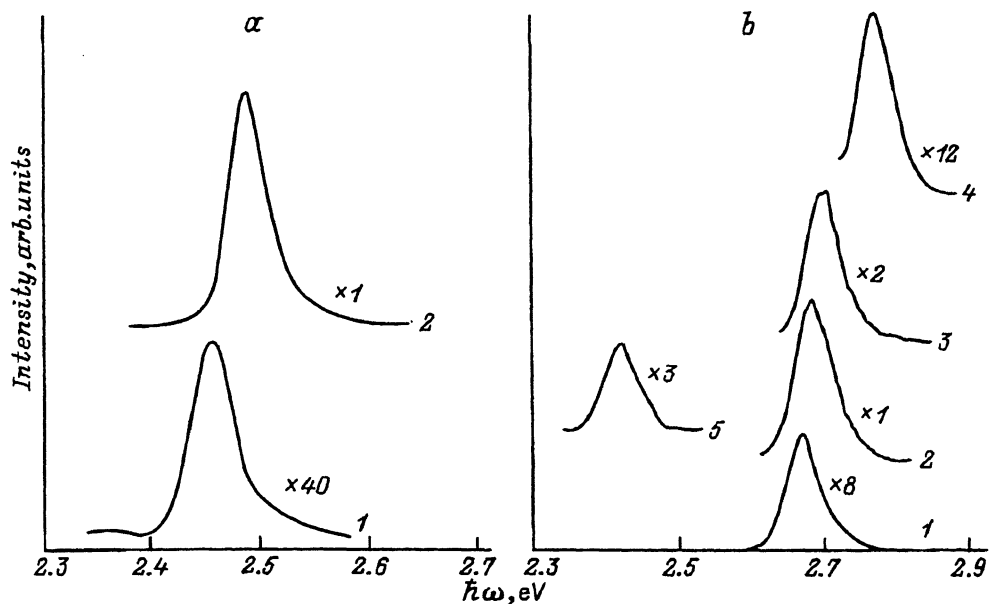


Рис. 6.
 а — спектры ФЛ двух структур $ZnS_ySe_{1-y}/Zn_{1-x}Cd_xSe$ с набором квантовых ям (ширина ямы 60 \AA , ширина барьера 110 \AA , содержание Cd в яме 20%), отличающихся только содержанием серы в барьерах: 1 — $y = 0$ (чистый $ZnSe$), 2 — $y = 0.044$ (ZnS_xSe_{1-x} , близкий к изопериодному с подложкой $GaAs$). Температура наблюдения 300 K , энергия возбуждающего кванта 3.81 эВ , низкая плотность мощности возбуждения — 1 Вт/см^2 .
 б — спектры ФЛ слоев $ZnSe$ (1), $ZnSe:Cl$ (2), ZnS_ySe_{1-y} (3), $Mg_xZn_{1-x}S_ySe_{1-y}$ (4), $Zn_{1-x}Cd_xSe$ (5). Температура наблюдения 300 K , энергия возбуждающего кванта 3.68 эВ , высокая плотность мощности возбуждения — $3 \cdot 10^3 \text{ Вт/см}^2$.

Одним из наиболее важных критериев оптического качества структуры является эффективность ФЛ при малых плотностях возбуждения и высоких температурах наблюдения, т.е. при условиях, когда роль центров безызлучательной рекомбинации особенно велика. На рис. 6,а приведены спектры ФЛ при 300 K двух структур $ZnS_ySe_{1-y}/Zn_{1-x}Cd_xSe$ с набором квантовых ям (ширина ямы 60 \AA , ширина барьера 110 \AA , содержание Cd в яме 20%), отличающихся только содержанием серы в барьерах: в первом случае оно было равно нулю (чистый $ZnSe$, кривая 1), во втором случае $y = 0.044$ (ZnS_ySe_{1-y} , близкий к изопериодному с подложкой $GaAs$, кривая 2). Из рис. 6,а можно видеть, что интенсивность ФЛ у решеточно-согласованного образца на порядок выше, что говорит о его более высоком структурном совершенстве.

Поскольку концентрация неравновесных носителей при лазерной генерации очень высока, важно оценить роль безызлучательной рекомбинации при 300 K в образцах $(Mg, Zn, Cd)(S, Se)$ при высоких плотностях возбуждения. Из рис. 6,б можно видеть, что у всех исследуемых образцов эффективность краевой люминесценции достаточно высока для того, чтобы использовать эти слои в лазерных структурах.

Таким образом, нами показано, что, хотя в ряде случаев эффективность люминесценции эпитаксиальных слоев широкозонных соединений $A^{II}B^{VI}$ чрезвычайно низка, особенно при высоких температу-

рах наблюдения и небольших плотностях возбуждения, этот факт не обязательно свидетельствует о низком оптическом качестве получаемого материала, а может быть обусловленным, например, безызлучательной рекомбинацией на поверхности и границе с подложкой. Физически осмысленные результаты можно получить при исследовании двойных гетероструктур или легированных хлором слоев, в которых указанные эффекты не играют определяющей роли. Согласно нашим данным, наилучшим оптическим качеством обладают эпитаксиальные слои, согласованные по параметру решетки. Однако удивительно, что и решеточно-рассогласованные слои обладают достаточно высокой эффективностью люминесценции.

Последний факт выражается также в получении нами лазеров с оптической накачкой [11] и инжекционных гетеролазеров $ZnSe-Zn_{1-x}Cd_xSe$ с квантовыми ямами, работающих при температуре жидкого азота (пороговая плотность тока 600 А/см^2) в импульсном режиме. Инжекционная генерация при комнатной температуре была получена нами лишь для структур $ZnS_{0.07}Se_{0.93}/Zn_{0.78}Cd_{0.22}Se$ с эмиттерными слоями, согласованными по параметру решетки с подложкой GaAs.

Данные исследования поддерживаются корпорацией «Самсунг Электроникс», грантом № R5V000 Международного научного фонда и Программой министерства науки РФ «Наноструктуры в физике» (проект № 2-001).

Список литературы

- [1] A. Haase, J. Qiu, J.M. DePuydt, H. Cheng. Appl. Phys. Lett., **59**, 1272 (1991).
- [2] H. Jeon, J. Ding, W. Patterson, A.V. Nurmikko, W. Xie, D.C. Grillo, M. Kobayashi, R.L. Gunshor. Appl. Phys. Lett., **59**, 3619 (1991).
- [3] A. Ishibashi, Y. Mori. J. Cryst. Growth, **138**, 677 (1994).
- [4] S. Itoh, A. Ishibashi. *Workbook Int. Conf. on Molecular Beam Epitaxy (MBE-VIII)* (Osaka, Japan, 1994), p. 202.
- [5] J. Petruzzello, R. Drenten, J.M. Gaines. J. Cryst. Growth, **138**, 686 (1994).
- [6] Н.Н. Леденцов, С.В. Иванов, В.М. Максимов, И.В. Седова, И.Г. Татабадзе, П.С. Копьев. ФТП, **29**, 65 (1995).
- [7] P.S. Kop'ev, S.V. Ivanov, A.Yu. Yegorov, D.Yu. Uglov. J. Cryst. Growth, **96**, 533 (1989).
- [8] K. Shahzad, D.J. Olego, D.A. Cammack. J. Cryst. Growth, **101**, 763 (1990).
- [9] Y.D. Kim, S.L. Cooper, M.V. Klein. Appl. Phys. Lett., **62**, 2387 (1993).
- [10] Z. Zhu, H. Mori, T. Yao. Appl. Phys. Lett., **61**, 2811 (1992).
- [11] Zh.I. Alferov, P.S. Kop'ev, A.V. Lebedev, N.N. Ledentsov, S.V. Ivanov, I.V. Sedova, T.V. Shubina, A.A. Toropov. *Abstract 7th Int. Conference on Superlattice, Microstructures and Microdevices* (Banff, Canada, 1994).

Редактор Л.В. Шаронова

Luminescence of Undoped and Chlorine-Doped $Zn_{1-x}Cd_xSe$ and $Zn_{1-x}Mg_xS_ySe_{1-y}$ Layers Grown by Molecular Beam Epitaxy

S.V.Ivanov, N.N.Ledentsov, M.V.Maximov, A.A.Toropov, T.V.Shubina, S.V.Sorokin, H.S.Park, J.R.Kim,* E.S.Oh,* H.D.Jong*, S.H.Park,† P.S.Kop'ev*

A.F.Ioffe Physicotechnical Institute, Russian Academy of Sciences,
194021 St.Petersburg, Russia

* Samsung Advanced Institute of Technology, Suwon 440-600, Republic of Korea

† Department of Physics, Yonsei University, Seoul 120-749, Republic of Korea

The effect of alloy composition fluctuations on the band-edge photoluminescence temperature behaviour has been studied in undoped and Cl-doped $Zn_{1-x}Mg_xS_ySe_{1-y}$ ($0 < x < 0.05$, $0 < y < 0.25$) and $Zn_{1-x}Cd_xSe$ ($0 < x < 0.2$) epilayers grown by molecular beam epitaxy on GaAs (001) substrates. A moderate Cl doping ($10^{17} \div 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) leads to a giant enhancement of the PL intensity in ZnSe and ZnS_ySe_{1-y} layers. The surface and interface recombination are shown to be main nonradiative channels in uniform $Zn_{1-x}Mg_xS_ySe_{1-y}$ ($Zn_{1-x}Cd_xSe$) layers. The pulse operation of ZnSe-ZnCdSe quantum well injection lasers has been demonstrated at 77 K.