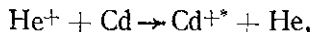


несколько выше, чем у линий 441,6 нм и 537,8 нм. При пониженных частотах ВЧ поля ($f < 10$ МГц), прикладывая более высокие (по сравнению со случаями, когда $f > 10$ МГц) ВЧ напряжения, можно получить для оптимальных значений электронной концентрации большее обогащение функции распределения электронов высокоэнергетичными электронами. При этом, помимо принимаемого в качестве основного механизма заселения верхнего лазерного уровня — линии 636 нм — перезарядки [5]



могут вносить заметный вклад и другие механизмы, например прямая ионизация с возбуждением атомов Cd электронным ударом. Для однозначного установления механизма генерации He—Cd⁺-лазера на поперечном ВЧ разряде на линии 636 нм нужны дополнительные исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Латуш Е. Л., Михалевский В. С., Сэм М. Ф., Толмачев Г. Н., Хасилев В. Я. Генерация на ионных переходах металлов при поперечном ВЧ возбуждении.— Письма в ЖЭТФ, 1976, 24, вып. 2, 81—83.
2. Дятлов М. К., Касьян В. Г., Левин В. Г. Самоселекция частот в гелий-кадмиевом лазере с поперечным ВЧ возбуждением.— Письма в ЖТФ, 1977, 3, вып. 13, 644—646.
3. Кузовников А. А., Савинов В. П. О влиянии стационарных электрических полей на свойства высокочастотного разряда.— Радиотехника и электроника, 1973, 18, № 4, 816—822.
4. Джерпетов Х. А., Патеюк Г. М. Исследование высокочастотного разряда методом зондов.— ЖЭТФ, 1955, 28, вып. 3, 343—351.
5. Csillag L., Czo Zong Nam, Janossy M., Rozsa K. Report KFKI-1979-10. Central Research Institute for Physics. Budapest, 1979, 8 pp.

Поступила в редакцию
22.06.79

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1980, Т. 21, № 4

УДК 535.373.132

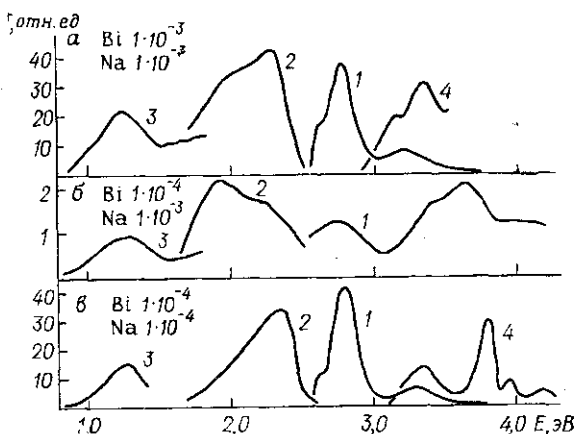
Е. П. ЕФАНОВА, МАЛАСЕЛА ДУ (ЮАР), В. В. МИХАЙЛИН,
А. А. ПЛАЧЕВ, М.-Л. Ю. АЛЛСАЛУ, И. Р. КИЛЬК

О ВЛИЯНИИ НАТРИЯ НА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ BaS—Bi, Na-ФОСФОРОВ

Сульфид бария является наименее изученным в ряду кристаллофосфоров на основе щелочноземельных сульфидов. Люминесценция чистого BaS исследовалась в ряде работ [1—3]. Во всех этих работах отмечалось наличие свечения в красной области спектра. В [2, 3] указывается, что максимум красной полосы наблюдается при 1,9—2,0 эВ. По данным [3, 4], введение натрия в BaS не дает специфических «натриевых» полос свечения. В спектре свечения BaS—Bi [1, 2] выделяется полоса 2,25 эВ, связываемая с излучательным переходом $^3P_1 \rightarrow ^1S_0$ в ионе висмута Bi³⁺.

В настоящей работе исследуется влияние примеси натрия на люминесцентные свойства BaS—Bi-фосфоров. Были получены спектры свечения и возбуждения стационарной люминесценции, а также спектры ИК-стимуляции вспышки и возбуждения вспышки.

Исследовались порошкообразные образцы, которые помещались в металлический криостат. Порошки притирались стеклом к медной подложке и образовывали тонкий слой. В криостате поддерживался вакуум $\sim 10^{-3}$ Па. Возбуждение велось ксеноновой лампой ДКсШ-1000 через монохроматор ЗМР-3, свечение регистрировалось через монохроматор ДМР-4 фотоумножителем ФЭУ-79, ИК-стимуляция велась лампой СИ8-200 через монохроматор ИКС-12. Для устранения рассеянного видимого света в канале ИКС-12 использовались различные светофильтры: КС13, КС17, тонкая пластинка Si. Фототок от ФЭУ-79 усиливался электрометром ЭД-05М и записывался ЭПП-09. Все измерения проводились при температуре жидкого азота. Во всех приведенных спектрах учтено распределение числа фотонов по энергиям в излучении лампы СИ8-200, распределение интенсивности в спектре излучения лампы ДКсШ-1000, спектральная чувствительность



ФЭУ и дисперсионные характеристики монохроматоров. В спектрах не учтено соотношение интенсивностей между стационарной люминесценцией и вспышкой.

Спектральные и люминесцентные характеристики BaS—Bi, Na-фосфоров. Температура возбуждения 80 К. 1 — спектры возбуждения стационарной люминесценции, 2 — спектры стационарного свечения, $E_{\text{возб}} = 2,78$ эВ, 3 — спектры ИК-стимуляции, 4 — спектры возбуждения вспышки

В спектрах ИК-стимуляции всех исследованных образцов BaS—Bi, Na обнаружена полоса $\sim 1,25$ эВ (на рисунках кривые 3). В спектрах стационарного свечения BaS—Bi, Na-фосфоров (рис. а, б, кривые 2) помимо активаторных полос 2,25 эВ присутствует красная полоса 1,9 эВ, совпадающая по энергетическому положению с полосой свечения чистого BaS [2], но значительно превосходящая последнюю по интенсивности. В чистом BaS красное свечение 1,9 эВ возбуждается в двух полосах: 2,6 и $\sim 3,6$ эВ [2]. В нашем эксперименте соответствующие полосы проявились в спектрах возбуждения стационарной люминесценции (на рисунках кривые 1) BaS—Bi, Na. В фосфорах BaS—Bi, не содержащих натрия, такая структура отсутствует, не наблюдается также и красной полосы в спектрах свечения этих образцов [2]. В работе [2] красное свечение связывается с междуузельными ионами бария Ba_i^{2+} . Таким образом, можно предположить, что введение натрия стимулирует свечение центров, образованных, по-видимому, междуузельным барием.

Как уже отмечалось, по данным [3], в чистом BaS добавление натрия также вызывает увеличение интенсивности красной полосы.

Отсутствие новых «натриевых» полос свечения и возбуждения в спектрах BaS—Bi, Na по сравнению со спектрами чистого BaS и BaS—Bi говорит в пользу трактовки натрия не как сенсibilизатора свечения центров Ba_i^{2+} , а как компенсатора объема. Малый ионный радиус натрия по сравнению с барием, облегчает вхождение ионов бария в междоузлия, что увеличивает число соответствующих центров и повышает интенсивность самоактивированного свечения.

Возможно, вклад сенсibilизации сказывается в фосфорах со значительной концентрацией примесей, где повышается вероятность передачи энергии от центров натрия к центрам бария и висмута. Мы располагали образцом BaS—Bi, Na, в котором обеспечена высокая концентрация примесей (Bi $1 \cdot 10^{-3}$ г/г, Na $1 \cdot 10^{-3}$ г/г). В спектре возбуждения вспышки этого образца (рис. а, кривая 4) на длинноволновом спаде полосы 3,35 эВ, совпадающей с полосой возбуждения стационарной люминесценции BaS—Bi, Na (рис. б, в, кривые 1), обнаружена дополнительная полоса 3,15 эВ. В спектре возбуждения вспышки образца с более низким содержанием примесей полоса 3,15 эВ отсутствует (рис. в, кривая 4).

Нужно отметить, что в образце с повышенной концентрацией примесей обнаружен сдвиг полосы 3,35 эВ в спектре возбуждения стационарной люминесценции при переходе от комнатных температур к азотным больший, чем наблюдается для фосфоров, содержащих активаторы в меньших концентрациях [2]. При 80 К полоса возбуждения стационарной люминесценции рассматриваемого образца имеет максимум при 3,17 эВ (рис. а, кривая 1), что находится в хорошем согласии с результатами исследования возбуждения вспышки, обнаруживающими дополнительную полосу возбуждения 3,15 эВ. Есть основание считать, что полоса возбуждения стационарной люминесценции 3,35 эВ неэлементарна в BaS—Bi, Na (Bi $1 \cdot 10^{-3}$ г/г, Na $1 \cdot 10^{-3}$ г/г). Возможно, полоса 3,15 эВ соответствует возбуждению в «натриевом» центре, и, таким образом, натрий в этом образце может выступать в качестве сенсibilизатора.

Образцы BaS—Bi, Na, содержащие висмут и натрий в равных количествах, обладают ярким свечением (рис. а, в, кривые 2). У образца, в котором концентрация натрия на порядок выше концентрации висмута, интенсивность свечения примерно в двадцать раз меньше (рис. б, кривая 2). Возможно, избыточный натрий в этом образце внедряется в междоузлия, образуя центры тушения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козьменко М. В. Люминесценция кристаллофосфоров на основе щелочноземельных сульфидов. Канд. дис. М., 1974.
2. Ефанова Е. П., Лебедева А. И., Михайлин В. В. О центрах свечения и захвата в кристаллофосфорах на основе сульфида бария.— Деп. ВИНТИ, 1979, № 1926—79. Деп., с. 1—14.
3. Аллсалу М.-Л. Ю., Муст М. А., Педак Э. Ю., Стейнберг М. О. О люминесценции BaS и BaS—Cu.— Тр. ИФ АН ЭССР, т. 44, 1975, с. 196—204.
4. Аллсалу М.-Л. Ю., Козьменко М. В., Михайлин В. В., Невоструева И. А., Педак Э. Ю. Возбуждение люминесценции кристаллофосфоров на основе сульфида бария. — Журн. прикл. спектроскопии, 1975, 23, вып. 2, с. 325—327.