

АКЦЕПТОРОПОДОБНЫЕ ВОЗБУЖДЕННЫЕ СОСТОЯНИЯ ЭКСИТОНА, СВЯЗАННОГО НА ОДИНОЧНОМ АТОМЕ АЗОТА В ФОСФИДЕ ГАЛЛИЯ

М.В.Лупал, А.Н.Пухтин

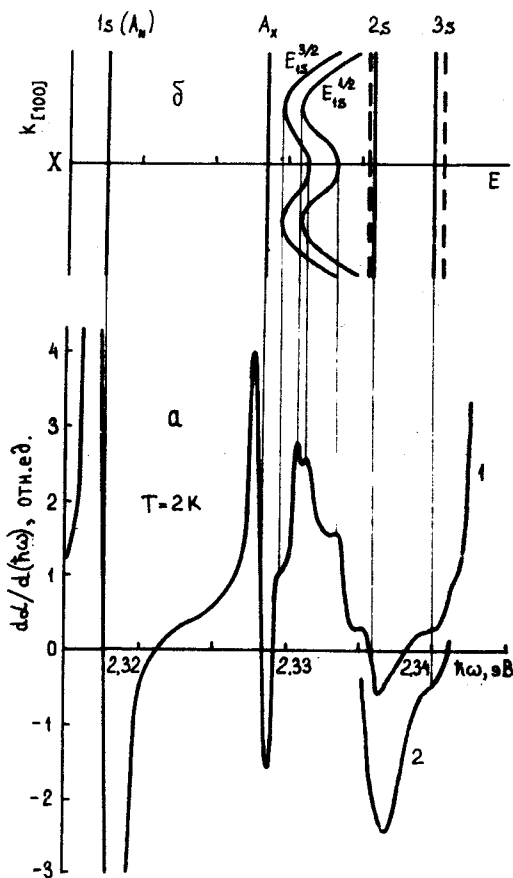
В спектрах дифференциального поглощения экспериментально обнаружены переходы в $2S$ - и $3S$ -возбужденные состояния экситона, связанного на изолированном атоме азота, и доказано, что азот в GaP является изоэлектронным акцептором.

Азот, замещающий фосфор в решетке GaP, является типичной изоэлектронной ловушкой, способной связывать экситоны и существенно повышать эффективность люминесценции этого материала. Предполагалось, что азот должен вести себя как изоэлектронный акцептор, хотя акцептороподобные возбужденные состояния наблюдались экспериментально по спектрам возбуждения люминесценции лишь для экситонов, связанных на глубоких NN_i -парах¹. Механизм образования связанного экситона на одиночном N-центре доказан не был.

При детальном изучении края собственного поглощения эпитаксиальных слоев фосфида галлия, легированных азотом, при $T = 2$ К нами были обнаружены две слабые осцилляции при энергиях 2,3358 и 2,340 эВ, как это показано на рис. а. Их интенсивность пропорциональна концентрации оптически активного азота, а энергетическое положение хорошо совпадает с $2S$ и

3S-акцептороподобными возбужденными состояниями, рассчитанными с учетом пространственного распределения плотности электронного заряда вблизи N-узла ².

На энергетической диаграмме рис. б представлены рассчитанные и экспериментальные положения уровней экситона, связанного на одиночном атоме азота в GaP. Там же приведены данные для $E_{1S}^{3/2}$ и $E_{1S}^{1/2}$ — основного состояния свободного экситона, положение которого определено по форме бесфононной компоненты собственного поглощения ³.



Дифференциальный спектр поглощения (а) и диаграмма энергетических состояний (б) GaP(N). Экспериментальные кривые соответствуют образцам с концентрацией азота N: 1 — $3 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, 2 — $6 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Особенности в спектре поглощения (а) соотношены тонкими сплошными линиями с особенностями энергетического спектра (б). Пунктирными линиями на энергетической диаграмме показаны расчетные, а сплошными — экспериментальные значения энергии экситона, связанного на изолированном атоме азота. Кривые $E_{1S}^{3/2}$ и $E_{1S}^{1/2}$ показывают закон дисперсии свободного экситона с учетом "двугорбой" структуры X_1 -минимума зоны проводимости GaP

Таким образом, механизмы образования экситонов, связанных на одиночном атоме азота и NN_i -парах идентичны, а высказывавшиеся ранее соображения о возможном их различии не имели под собой серьезного основания.

Литература

1. Cohen E., Sturge M.D. Phys. Rev. B, 1977, 15, 1039.
2. Глицкий Г.Ф., Логинова Т.Н. ФТТ, 1984, 26, 3194.
3. Лунал М.В., Пихтин А.Н. Тонкая структура бесфононной компоненты края поглощения фосфида галлия. ФТП, 1981, 15, 822.