

05:07

К свойствам радиационного дефекта, ответственного за полосу ИК-поглощения 1.0 eV в арсениде галлия

© З.В. Джибути, Н.Д. Долидзе

Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили

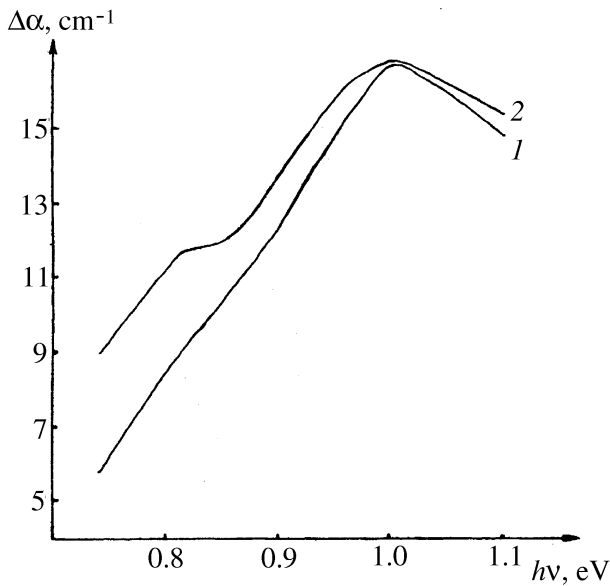
Поступило в Редакцию 29 марта 2001 г.

Измерены спектры поглощения при температуре 77°С образцов GaAs *n*-типа, легированных теллуром и облученных потоком электронов $E = 3 \text{ MeV}$. Показано, что существуют две полосы поглощения в инфракрасной области: 1.0 и 0.80 eV.

Известно [1–5], что облучением ускоренными электронами (2–6 MeV) при температуре 300 К в арсениде галлия образуются дефекты, которые в спектрах ИК-поглощения дают широкую полосу поглощения в области спектра 0.96–1.0 eV. Облучение при температуре 77 К показало, что интегральный поток электронов $1.5 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-2}$ в GaAs *n*- и *p*-типа, так же как в случае облучения при $T = 300 \text{ K}$, приводит к образованию дефектов, ответственных за полосу поглощения с максимумом в области спектра 1.0 eV [6–8]. Увеличение интегрального потока быстрых электронов приводит к росту поглощения с максимумом в области спектра 0.80–0.82 eV и уже при потоке $3 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-2}$ поглощение в этой области становится настолько интенсивным, что, перекрывая полосу поглощения 1.0 eV, образует новую широкую полосу поглощения с максимумом в области спектра 0.80 eV [6,7]. Спектры, снятые после изохронных отжигов, показали, что с увеличением температуры отжига интенсивность широкой полосы уменьшается, а ее максимум смещается в сторону высоких энергий (от 0.8 до 1.0 eV после отжига при $T = 425 \text{ K}$ [6]). В работе [3] отмечено, что если в процессе исследования арсенида галлия, облученного при температуре 300 К, температуру измерения постепенно понижать до 6 К, то в спектрах поглощения наблюдается расщепление полосы 1.0 eV на две селективные полосы с $h\nu = 0.82 \text{ eV}$ и $h\nu = 0.96 \text{ eV}$. Интенсивность этих полос растет пропорционально дозе облучения, они синхронно

отжигаются при изохронном отжиге. Делается предположение, что эти две полосы принадлежат одному и тому же дефекту. Таким образом, можно считать, что полосы поглощения 1.0 eV и полученная в работе [6] облучением при температуре жидкого азота новая полоса с максимумом около 0.80–0.82 eV принадлежат одному и тому же дефекту.

В таком случае эта полоса после облучения при комнатной температуре, также как и полоса поглощения 1.0 eV, являющаяся результатом внутрицентровых переходов типа уровень–уровень, должна существовать в определенных условиях и при 77 К, хотя ни в одном эксперименте она не наблюдалась. Такую возможность, предоставляет методика снятия спектров ИК-поглощения при постоянной подсветке белым светом. В этом случае [10] с возникновением неравновесных носителей тока уровень Ферми смещается и появляется возможность освобождения определенных уровней от электронов выше уровня Ферми.



Спектральные зависимости коэффициента поглощения ($\Delta\alpha$) арсенида галлия, облученного при $T = 300 \text{ K}$ быстрыми электронами: 1 — снято в темноте, 2 — снято при подсветке белым светом.

В настоящей работе проведены исследования образцов GaAs n -типа, легированных теллуром ($n = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$), которые облучались ускоренными электронами ($E = 3 \text{ MeV}$) при температуре 300 К интегральным потоком $3 \cdot 18^{18} \text{ cm}^{-2}$. В процессе эксперимента снимались спектры поглощения при температуре 77 К. Спектры снимались как с подсветкой белым светом от лампы накаливания, так и без нее. Помимо облученных образцов, снимались спектры ИК-поглощения необлученных (контрольных) образцов в совершенно идентичных условиях и изменение коэффициента поглощения определялось как $\Delta\alpha = \alpha_p - \alpha_k$ (где α_p — коэффициент поглощения облученных образцов, а α_k — коэффициент поглощения контрольных образцов).

На рисунке приведены спектральные зависимости $\Delta\alpha$ исследуемых образцов, снятые в темноте (1) и при постоянной подсветке белым светом (2). Как видно из рисунка, на спектре, снятом при наличии подсветки, в исследуемой области спектра наблюдается увеличение поглощения с перегибом около 0.80 eV. Это означает, что на этом участке спектра появилась полоса поглощения, не уменьшая величины полосы 1.0 eV. После снятия подсветки спектр поглощения повторяет кривую (1). С отжигом, так же как и в [3], обе полосы отжигаются синхронно.

Таким образом, проведенный эксперимент подтвердил существование плосы 0.80 eV и после облучения арсенида галлия при температуре 300 К. Это означает, что дефект, ответственный за полосу ИК-поглощения 1.0 eV (предположительно смешанная дивакансия — $V_{\text{Ga}} + V_{\text{As}}$ [9]), образованный в арсениде галлия после облучения ускоренными электронами, независимо от температуры облучения, обладает и полосой поглощения с максимумом около 0.80 eV.

Список литературы

- [1] Браиловский Е.Ю., Брудный В.Н., Кривов М.А., Редько В.Б. // ФТП. 1972. Т. 6. В. 10. С. 2075–2077.
- [2] Брудный В.Н., Браиловский Е.Ю., Кривов М.А., Редько В.Б. // Изв. вузов. СССР, Физика. 1974. № 10. С. 118–121.
- [3] Брудный В.Н., Гроза А.А., Кривов М.А. // Изв. вузов СССР, Физика. 1982. В. 4. С. 101–103.
- [4] Арефьев К.П., Брудный В.Н., Будницкий Д.Л., Воробьев С.А., Цой А.А. // ФТП. 1979. Т. 13. В. 6. С. 1142–1146.

- [5] Памбухчян Н.Х. Исследование процессов образования и отжига точечных радиационных дефектов в кристаллах A^3B^5 , облученных быстрыми электронами. Канд. дисс. Киев–Ереван, 1983. 157 с.
- [6] Джибути З.В., Долидзе Н.Д., Офенгейм Г.Л., Рехвиашвили Д.Н., Чолокашвили Т.С. // ФТП. 1987. Т. 21. В. 5. С. 930–932.
- [7] Джибути З.В. Исследования свойств радиационных дефектов в GaAs и механизмы их лазерного отжига. Канд. дисс. Тбилиси, 1989. 169 с.
- [8] Джибути З.В., Долидзе Н.Д. // Письма в ЖТФ. 1992. Т. 17. В. 5. С. 41–44.
- [9] Джибути З.В., Долидзе Н.Д. // Письма в ЖТФ. 2000. Т. 26. В. 17. С. 76–80.
- [10] Рывкин С.М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Москва: Физматгиз, 1963.