

ВЛИЯНИЕ ИМПЛАНТАЦИИ ИОНОВ МЫШЬЯКА НА СПЕКТРЫ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ КРИСТАЛЛОВ $i\text{-GaAs}$

А.Н. Георгобиани, Н.Б. Пышная, И.М. Тигиняну, В.В. Урсаки, В.А. Урсу

Исследовано влияние на спектры фотолюминесценции монокристаллов $i\text{-GaAs}$ имплантации ионов мышьяка и последующего отжига под защитным покрытием. Установлен рост интенсивности полосы ФЛ при 0,80 эВ с увеличением дозы имплантированных ионов мышьяка. Отжиг центров рекомбинации, ответственных за данную полосу ФЛ, происходит в интервале температур $550 < T < 650$ °С.

Для специально не легированного полуизолирующего арсенида галлия характерны полосы люминесценции с максимумами при 0,63, 0,65, 0,68 и 0,80 эВ /1 – 4/. Полоса при 0,63 эВ связывается с центром, в состав которого входит кислород /1/. Остальные полосы обусловлены, согласно /2 – 4/, излучательным переходом электронов с участием уровня EL2. В настоящее время большинством исследователей принята модель, согласно которой уровень EL2 связан с избытком мышьяка в кристаллах GaAs, а именно, с антиструктурными дефектами As_{Ga} /5/. В связи с этим представляет интерес исследование спектров фотолюминесценции (ФЛ) арсенида галлия на образцах, содержащих избыток мышьяка. В данной работе приводятся спектры ФЛ монокристаллов $i\text{-GaAs}$, обогащенных металлоидом путем ионного внедрения.

Для измерений использованы монокристаллические пластины специально не легированного полуизолирующего арсенида галлия с ориентацией (100), выращенные методом Чохральского с жидкостной герметизацией расплава. Удельное сопротивление материала и подвижность носителей при комнатной температуре составляли $8 \cdot 10^7$ Ом·см и 3500 см²/В·с. В открытую поверхность пластин внедрены ионы мышьяка с энергией 40 кэВ и дозами 10^{14} , 10^{15} и 10^{16} см⁻², затем на имплантированный слой наносилось защитное покрытие из Al_2O_3 толщиной ~ 1000 Å. Полученные структуры отжигались в потоке азота при различных температурах в течение 15 минут. После снятия защитных покрытий измерялись спектры ФЛ имплантированного слоя при температуре 6 К. Спектральное разрешение не превышало 0,02 эВ.

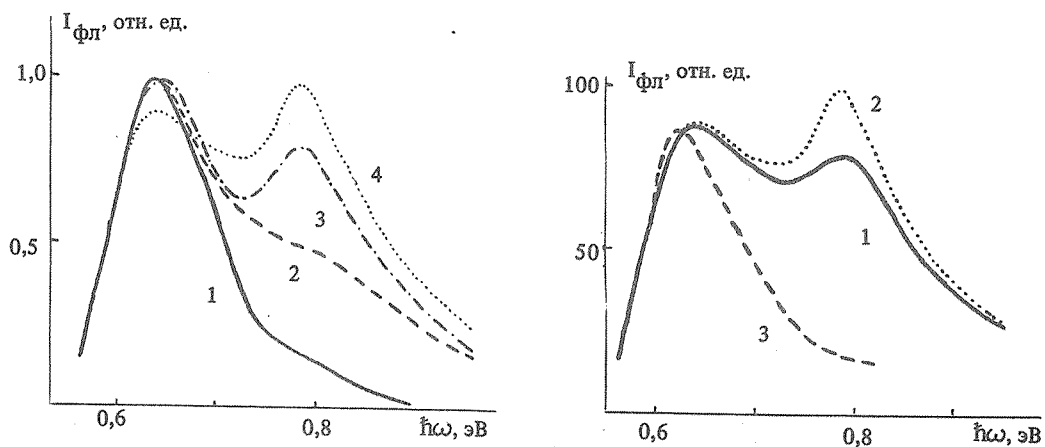


Рис. 1. Спектры ФЛ исходных кристаллов $i\text{-GaAs}$ (1) и образцов, полученных имплантацией ионов мышьяка (дозы 10^{14} (2), 10^{15} (3), 10^{16} (4) см⁻²) с последующим отжигом при температуре 550 °С.

Рис. 2. Спектры ФЛ монокристаллов $i\text{-GaAs}$, имплантированных ионами мышьяка с дозой 10^{16} см⁻² после отжига при температурах 450 °С (1), 550 °С (2), 650 °С (3).

На рис. 1 приведены нормированные кривые ФЛ исходных монокристаллов $i\text{-GaAs}$ и образцов, облученных ионами мышьяка с различными дозами и отожженных при температуре 550°C . Анализ кривых показывает, что исходный спектр состоит из широкой полосы с максимумом при $0,63$ эВ и слабого пика при $0,80$ эВ. Ионная имплантация мышьяка приводит к относительному росту интенсивности полосы ФЛ при $0,80$ эВ, что подтверждает ее связь с избытком мышьяка в кристаллах.

Известно, что сигнал ЭПР, обусловленный дефектом As_{Ga} , резко уменьшается после отжига монокристаллов арсенида галлия при $T > 500 - 600^\circ\text{C}$ [6,7]. В связи с этим представляет интерес исследование влияния температуры постимплантационного отжига на вид спектров ФЛ описанных ионнолегированных слоев. Кривые ФЛ кристаллов арсенида галлия, облученных ионами мышьяка с дозой 10^{16} cm^{-2} и отожженных при температурах $450, 550$ и 650°C , показаны на рис. 2. Видно, что полоса ФЛ с максимумом при $0,80$ эВ практически исчезает после отжига при температуре 650°C . Следовательно, температура отжига дефектов, ответственных за полосу ФЛ при $0,80$ эВ, находится в интервале $550 < T < 650^\circ\text{C}$. Это согласуется с выводами работы [8] по исследованию влияния отжига на спектр ФЛ исходных кристаллов $i\text{-GaAs}$.

Таким образом, в работе установлен рост интенсивности полосы ФЛ GaAs при $0,80$ эВ с увеличением дозы имплантированных ионов мышьяка. Кроме того, выяснено, что центры рекомбинации, ответственные за данную полосу ФЛ, отжигаются в интервале температур $550 < T < 650^\circ\text{C}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yu Ph. W., Walters D. C. Appl. Phys. Lett., 41, № 9, 863 (1982).
2. Leyral P. et al. Sol. St. Commun., 42, № 1, 67 (1982).
3. Yu Ph. W. Sol. St. Commun., 43, № 12, 953 (1982).
4. Tajima M., Okada Y. Physica, 116B, 404 (1983).
5. Kaminska M., Skowronski M., Kuszko W. Phys. Rev. Lett., 55, № 20, 2204 (1985).
6. Wörner R., Kaufman U., Schneider J. Appl. Phys. Lett., 40, № 2, 141 (1982).
7. Goltzenè A., Meyer B., Schwab C. J. Appl. Phys., 57, № 4, 1332 (1985).
8. Windscheif J. et al. Appl. Phys. A, 30, № 1, 47 (1983).

Поступила в редакцию 26 октября 1987 г.