

06.2;06.3

©1993

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАССЛАИВАНИЯ В РАСТВОРАХ-РАСПЛАВАХ Ga-Vi

*С.В.Новиков, И.Г.Савельев, М.Панек,
Р.Пацкевич, М.Тлачала, Ю.В.Шмарцев*

Эпитаксиальные слои GaAs, полученные жидкофазной эпитаксией (ЖФЭ), широко используются при создании приборов оптоэлектроники. Известно, что при ЖФЭ слоев GaAs из растворов-расплавов Ga-Vi удастся существенно снизить концентрацию остаточных фоновых примесей в эпитаксиальных слоях [1-4]. Так, например, в работе [2] слои, полученные из растворов-расплавов в чистом Vi, имеют концентрацию собственных носителей на уровне 10^{14} см^{-3} , что на два порядка ниже, чем в слоях, выращенных в тех же условиях из чистого Ga.

При температурах эпитаксии растворы-расплавы Ga-Vi являются расслаивающимися [5], что существенно усложняет характер процессов массопереноса в жидкой фазе при ЖФЭ. При этом представляет интерес исследование размеров и степени неоднородности состава расслаивающихся областей. Из-за существенного различия в плотности Ga и Vi результатом расслаивания может явиться накопление висмута в нижней части жидкой фазы, используемой для ЖФЭ, и преобладание галлия в верхних частях столба раствора-расплава за счет сил гравитации.

Целью данной работы являлось исследование подобного гравитационного разделения Ga-Vi растворов-расплавов при ЖФЭ слое GaAs.

В случае, если в расслаивающейся жидкой фазе Ga-Vi происходит разделение раствора-расплава по плотности, то при "разрезании" такой жидкой фазы на несколько областей должно наблюдаться существенное различие в составе этих областей. Как было отмечено выше, электрофизические характеристики эпитаксиальных слоев GaAs, выращенных при ЖФЭ из галлий-висмутовых растворов-расплавов, существенно зависят от состава жидкой фазы. Поэтому, если после этого провести ЖФЭ слоев GaAs из этих разделенных областей раствора-расплава, то по уровню различия в электрофизических параметрах слоев можно будет судить о степени неоднородности жидкой фазы.

В данной работе формировалась жидкая зона Ga-Vi при содержании висмута порядка 5%. Столб раствора-расплава Ga-Vi высотой порядка 8 мм выдерживался в графитовой кассете в атмосфере проточного водорода при потоке 2 л/мин в течение 3 ч при температуре 800°C . После чего раствор-расплав разделялся путем перемещения слайдов на 4 слоя толщиной 2 мм, как это показано на рис. 1, и система охлаждалась до комнатной температуры. В каждую из 4 частей раствора-расплава Ga-Vi добавлялся

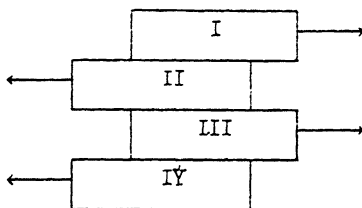


Схема разделения жидкой зоны.

GaAs и проводился процесс ЖФЭ при температуре начала эпитаксии 798°C , интервале охлаждения 7.5°C и скорости охлаждения 0.25 град/мин по стандартной методике [1,4]. Поток водорода через реактор составлял 2 л/мин. В качестве подложек использовались пластины полуизолирующего GaAs с ориентацией (100).

Гальваноманнитные измерения параметров полученных слоев арсенида галлия проводились на образцах в форме квадратов по методу Ван-дер-По в магнитных полях до 10 кГс при 300 и 77 К. Омические контакты создавались при вжигании In при 450°C .

Типичные результаты эксперимента представлены в таблице для одной из серий образцов. В таблице приведены толщины эпитаксиальных слоев GaAs (h), полученные из I-IV растворов-расплавов, холловские концентрации (n) и холловские подвижности электронов (μ) в этих слоях при температурах 77 и 300 К. Как следует из представленных результатов, параметры полученных эпитаксиальных слоев GaAs с точностью до погрешности метода практически не зависят от номера слоя раствора-расплава.

Из этого можно сделать вывод о том, что существенного разделения расслаивающихся Ga-Bi растворов-расплавов на макрообласти, обогащенные висмутом и галлием за счет гравитационных сил, не происходит. Поскольку ранее [2,5] было показано наличие в жидкой фазе областей существенно обогащенных галлием и висмутом, то это может свидетельствовать о микро неоднородности жидкой фазы (то есть о размерах расслаивающихся областей, существенно меньших 2 мм) при существовании интенсивной конвекции в растворе-расплаве.

95.05%Ga+4.95%Bi					
		300 K		77 K	
№	h , мкм	n , см^{-2}	μ , $\text{см}^{-2}/\text{В}\cdot\text{с}$	n , см^{-2}	μ , $\text{см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$
I	3.5	$6.23 \cdot 10^{16}$	3828	$4.66 \cdot 10^{16}$	6974
II	4.3	$9.93 \cdot 10^{16}$	2967	$7.27 \cdot 10^{16}$	5112
III	3.6	$5.16 \cdot 10^{16}$	3748	$3.90 \cdot 10^{16}$	6178
IV	4.0	$6.16 \cdot 10^{16}$	3378	$4.48 \cdot 10^{16}$	5817

Список литературы

- [1] *Panek M., Ratuszek M., Tlaczala M.* // *J. Cryst. Growth.* 1986. V. 74. P. 568-574.
- [2] *Бирюлин Ю.Ф., Воробьев В.В., Голубев В.Г., Голубев Л.В., Иванов-Омский В.И., Новиков С.В., Осутин А.В., Савельев И.Г., Чалдышев В.В., Шмарцев Ю.В., Ярошевич О.В.* // *ФТП.* 1987. Т. 21. Вып. 12. С. 2201-2209.
- [3] *Воробьева В.В., Зушинская О.В., Лебедев В.Б., Ле Туан, Новиков С.В., Полянская Т.А., Савельев И.Г., Шмарцев Ю.В.* // *ФТП.* 1991. Т. 25. Вып. 10. С. 1758-1764.
- [4] *Panek M., Ratuszek M., Tlaczala M.* // *Cryst. Res. Technol.* 1985. V. 20. N 12. P. 1577-1582.
- [5] *Резель А.Р., Глазов В.М., Ким С.Г.* // *ФТП.* 1986. Т. 20. Вып. 8. С. 1353-1376.

Физико-технический институт
им. А.Ф.Иоффе РАН
Санкт-Петербург
Институт электронной
технологии
Вроцлав, Польша

Поступило в Редакцию
23 июня 1993 г.

