

БРЯНЦЕВА Т. А., ВОЛКОВ А. И., ЛЕБЕДЕВА З. М.,
СВЕШНИКОВА И. Н.

ИЗУЧЕНИЕ ОКИСЛЕННЫХ СЛОЕВ НА ПОВЕРХНОСТИ АРСЕНИДА ГАЛЛИЯ

Окисная пленка, постоянно присутствующая на свободной поверхности арсенида галлия, отрицательным образом сказывается на качестве эпитаксиальных, особенно тонких слоев, а также при изготовлении приборов на основе GaAs. По имеющимся данным в состав окисной пленки входят окислы галлия и мышьяка, а также более сложные комплексы на их основе [1]. Очистка поверхности GaAs обычно осуществляется в кислотных травителях, например в H_2SO_4 ; H_2O_2 ; HCl; HNO_3 и др. с последующим отжигом в вакууме или атмосфере водорода [2–4]. Имея в виду то обстоятельство, что концентрированная соляная кислота не взаимодействует с арсенидом галлия [5], представляется интересным по химическому составу продуктов травления оценить количества мышьяка и галлия, содержащихся в окисном слое, для образцов GaAs, полученных различными методами и имеющих различные электрофизические параметры, а также исследовать влияние на состав окисного слоя термообработки в вакууме (10^{-6} мм рт. ст.) при $\sim 550^\circ C$ в течение 10 мин, что соответствует режиму отжига, которому подвергается образец перед нанесением омических контактов.

В настоящей работе использовали метод фотометрического нахождения Ga и As в растворе после проведения процесса травления [6]. Галлий определяли непосредственно из анализируемого раствора (после удаления избытка HCl) по комплексу его с ксиленоловым оранжевым при $pH=1,8$. Диапазон концентраций 0,1–1,0 мг/мл; относительное стандартное отклонение определения Ga 5%. Мышьяк находили по синему мышьяковомолибденовому комплексу [7] в присутствии Ga после предварительного окисления As(III) до As(V). Диапазон концентраций 0,1–1 мг/мл; относительное стандартное отклонение определения As 5%.

Полученные в данной работе результаты сводятся в основном к следующему. Содержание галлия в растворе (при травлении в течение 1–4 час) для всех исследованных образцов независимо от метода получения и электрофизических параметров было на уровне «холостого» опыта, в то время как мышьяка — заметно больше. Количество мышьяка менялось в пределах 0,2–6 мг с площади образца в 1 см^2 .

Иначе обстояло дело с этими же образцами после отжига. Используемым методом анализа обнаружили значительные количества галлия и мышьяка в хлоридном растворе, причем содержание галлия изменялось примерно от 1 до 10 мг с поверхности в 1 см^2 , а мышьяка — от 1 до 6 мг. Наибольшее содержание галлия в анализируемом растворе (до 10 мг с 1 см^2) было найдено для образцов, полученных методом жидкостной эпитаксии и прошедших термообработку в вакууме. Для образцов же, полученных методом газотранспортных реакций, содержание галлия было значительно меньшим.

В случае образцов, выращенных одним и тем же способом, но различающихся по концентрации электронов, замечено, что количество галлия, перешедшего в раствор, увеличивается с уменьшением концентрации электронов. Например, для образцов с концентрацией $n \sim 3 \cdot 10^{14}\text{ см}^{-3}$, выращенных газотранспортным методом на поверхности (100), содержание галлия, перешедшего в раствор с 1 см^2 поверхности после травления в течение 1 час составляло 1,2 мг, в то время как для образцов с $n \sim 3 \cdot 10^{13}\text{ см}^{-3}$ — 2,7 мг.

Обращает на себя внимание и зависимость количества галлия и мышьяка в растворе от ориентации исследуемых образцов. Например, в случае образцов с (100) ориентациями поверхности в растворе обнаруживали заметно большие количества мышьяка, чем для образцов с (111) А ориентацией. Так, для образца с концентрацией электронов $\sim 3 \cdot 10^{14}\text{ см}^{-3}$, выращенного жидкофазным методом на (100) подложке, количество мышьяка, перешедшего в раствор после 1 час травления, составляло 6 мг с 1 см^2 поверхности, а для образца с такими же параметрами, но выращенного на (111) А подложке — 0,22 мг с 1 см^2 .

Таким образом, полученные в настоящей работе результаты свидетельствуют о том, что окисные слои, присутствующие на поверхности образцов арсенида галлия, могут существенно отличаться по составу, в частности по соотношению мышьяка и

галлия в зависимости от способа получения кристаллов (или эпитаксиальных пленок), ориентации и метода обработки поверхности. Эти особенности в значительной мере сказываются на свойствах омических контактов и барьеров Шоттки на GaAs.

Литература

1. Ковалевская Т. И., Лимберова В. В. и др. Микроэлектроника, т. 6, 281 (1977).
2. Shwartz B. Cristal Reviews in Solid-State Sciences, № 11, 609 (1975).
3. Odo T., Sugono T. Japan J. Appl. Phys., v. 15, 1317 (1976).
4. Weiss B. L., Hartnagel H. L. Int. J. Electron., v. 41, 185 (1976).
5. Травление полупроводников. М., «Мир», 1965.
6. Лебедева Э. М., Миляевский Ю. С., Луфт В. Д. Тр. по химии и химич. технологии. Изд-во Горьковск. гос. ун-та, 1974, с. 47.
7. Шарло Г. Методы аналитической химии. «Химия», 1966, с. 730.

Институт радиотехники и электроники
Академии наук СССР

Поступила
27 ноября 1978 г.