

ИССЛЕДОВАНИЕ СМАЧИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ КОНТЕЙНЕРОВ ИЗ КВАРЦА РАСПЛАВОМ ГЕРМАНИЯ

Вахрин В.В., Арыков К.А., Молотковская Н.О.

Научный руководитель – Подкопаев О.И.

Сибирский федеральный университет

В процессе выращивания монокристаллов германия в них возникают разнообразные структурные дефекты. Наиболее характерными являются следующие типы дефектов:

- поверхностные (двойники, малоугловые границы);
- линейные (краевые и винтовые дислокации);
- точечные дефекты (атом в междоузлии, вакансия, дивакансия, сочетание вакансии с атомом в междоузлии, инородный атом в узле решетки или в междоузлии) и ассоциаты на их основе (скопление вакансий, кластеры, примесные неоднородности). В общем случае, в выращенных монокристаллах наблюдается одновременное сочетание нескольких из перечисленных выше типов дефектов.

Структурные дефекты оказывают существенное влияние на электрические свойства кристаллов. В настоящее время технология германия достигла уровня, обеспечивающего достаточно высокое качество монокристаллов, характеризующееся отсутствием поверхностных дефектов. Таким образом, основным типом ростовых дефектов, оказывающих наибольшее влияние на свойства монокристаллического германия, являются дислокации.

Дислокационные дефекты являются источниками аномалий оптических свойств и снижают оптическое совершенство монокристаллов германия. Дислокации уменьшают время жизни неравновесных носителей заряда, а также создают проблемы при создании наноразмерных структур. В связи с этим монокристаллы германия с минимальным содержанием дефектов имеют колоссальную перспективу. Бездислокационный германий необходим в фотовольтаике для создания эпитаксиальных оптико-электронных структур, для изготовления радиационноустойчивых фотоэлектрических детекторов и в других областях электроники.

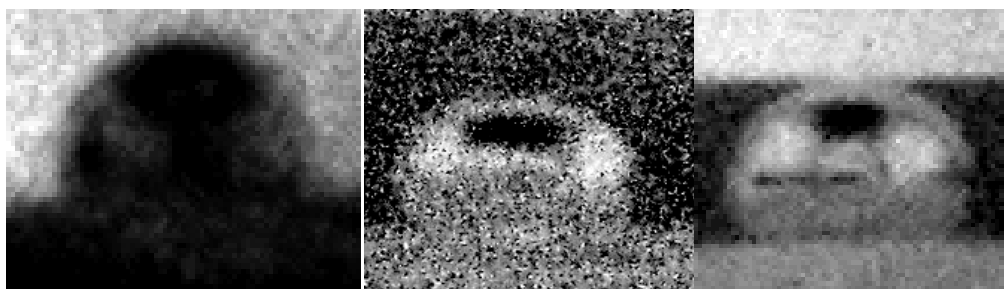
В решении проблемы получения бездислокационных кристаллов и монокристаллов германия для изготовления подложек радиационноустойчивых фотоэлектрических детекторов важную роль играет материал контейнера. Традиционно для этих целей в технологии Ge использовался ультрачистый графит. Вместе с тем оказалось, что при использовании графитовых контейнеров эффективный коэффициент распределения ряда примесей, например, Al, В, Ga, при их низком содержании ($\sim 10^{13}$ см⁻³) приближается к 1. Одним из путей решения данной проблемы является использование новых материалов для изготовления контейнера, не смачиваемых расплавом германия. По многочисленным данным наиболее предпочтительным является использование аморфного кварца и керамических изделий на его основе, однако, данные по смачиванию их поверхности расплавом германия не приводятся.

В связи с этим настоящая работа направлена на исследование взаимодействия поверхности кварцевой керамики с германиевым расплавом.

С использованием керамических образцов аморфного кварца исследована их смачиваемость расплавом германия. В качестве образца сравнения использовали

полированное кварцевое стекло. Эксперименты по определению угла смачивания проводили на вакуумной установке «Капля». Подложка из исследуемого материала устанавливалась на регулируемый по высоте штوك внутри печи и выставлялась по уровню. Затем на подложку устанавливался исследуемый образец германия и путем перемещения штока выводился в положение напротив смотровых отверстий. В системе создавался вакуум $\sim 1 \times 10^{-4}$ мм. рт. ст. Исследования проводили при температуре 1000 °С.

Результаты исследований представлены на рисунке 1.



а

б

в

а – кварцевое стекло;

б – керамика на основе плавного кварца с содержанием примесей 0,4 масс. %;

в – керамика на основе синтетического кварца с содержанием примесей 0,01 масс. %

Рисунок 1 – Фотографии капли германиевого расплава на подложке

Установлено, что кварцевое стекло смачивается расплавленным германием, угол смачивания составляет $\sim 87^\circ$. Керамика из аморфного кварца расплавом германия смачивается в значительно меньшей степени. В зависимости от чистоты кварца, при содержании примесей от $\sim 0,4$ до 0,01 масс. % угол смачивания изменяется от 120 до 135° .

Таким образом, аморфный кварц с остеклованной гладкой поверхностью лучше смачивается германиевым расплавом, чем тот же самый кварц, но с шероховатой поверхностью керамики.

Данный факт демонстрирует целесообразность использования керамических кварцевых изделий, либо изделий из кварцевого стекла с керамическим покрытием из SiO_2 , в качестве контейнеров для расплава германия.