

УДК 621.315.592

ИССЛЕДОВАНИЕ СМАЧИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ КВАРЦЕВЫХ ИЗДЕЛИЙ РАСПЛАВОМ ГЕРМАНИЯ

Молотковская Н. О., Шиманский И. А.

научный руководитель д-р хим. наук Шиманский А. Ф

Сибирский федеральный университет

В решении проблемы получения малодислокационных кристаллов и монокристаллов германия для изготовления подложек радиационностойких фотоэлектрических детекторов важную роль играет материал контейнера для его расплава. Традиционно для этих целей в технологии Ge используется ультрачистый графит. Вместе с тем, 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 и, соответственно, очистка от этих примесей не происходит. Одним из путей решения данной проблемы является применение новых материалов для изготовления контейнеров, не смачиваемых расплавом германия. По многочисленным данным наиболее предпочтительным является использование аморфного кварца и керамических изделий на его основе, однако, данные по смачиванию оксида кремния расплавом германия ограничиваются лишь результатами исследования полированной поверхности плавленого кварца.

В связи с этим целью работы является исследование смачивания керамических поверхности изделий из аморфного кварца расплавом германия и использование полученных данных для развития технологии Ge.

Для проведения экспериментов использовали керамические образцы SiO₂, полученные методом шликерного литья в гипсовую форму. Для формования изделий применяли шликер, содержащий 65% SiO₂, приготовленный на основе плавленого кварца. Приготовление шликера на основе аморфного SiO₂ проводили двухстадийным методом с применением суспендирования. Определенный объем воды насыщали оксидом кремния до состояния литейной массы. При этом стремились к получению максимально концентрированных суспензий. В качестве оснастки для шликерного литья использовали гипсовые формы с водопоглощением не менее 30 %. Для изготовления контейнеров с покрытием для плавления германия предложена керамическая технология двухслойного формования с использованием высокочистого синтетического оксида кремния.

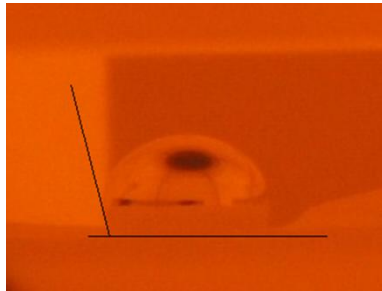
Микроструктуру полученных керамических образцов и их шероховатость изучали с помощью оптического микроскопа Axio Observer A1. Установлено, что образцы обладают схожим строением. Размер зерен изменяется от 5 до 10 мкм. Плотность керамики составляет 1,8 г/см³, пористость $\sim 14,0$ %, размер неровностей на поверхности образцов (шероховатость) $\sim 5 \div 10$ мкм.

Исследуемые образцы различались лишь по содержанию примесей. Содержание примесных элементов в образцах определяли с помощью атомно-абсорбционного спектрометра SOLAAR M. Суммарная концентрация примесей $\sum_{пр}$ изменяется от 0,013 до 0,120 масс. % с преобладанием Na, K, Mg и Fe в количестве до 0,040 масс. %.

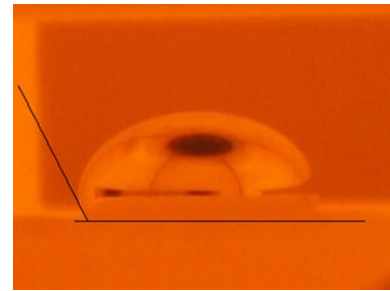
Эксперименты по определению угла смачивания проводили на вакуумной установке «Капля» производства ОАО «Гиредмет». В системе создавали вакуум $\sim 0,013$ Па. Исследования проводили при температуре 1000 °С. В качестве образца сравнения использовали полированное кварцевое стекло. Фотографии капли на поверхности исследуемых образцов представлены на рисунке 1.



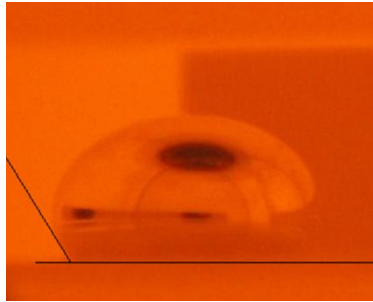
а)



б)



в)



з)



д)

а – кварцевое стекло ($\Sigma_{\text{пр}} = 0,050$ масс. %), угол $\theta = 100^\circ$; б - плавный кварц ($\Sigma_{\text{пр}} = 0,120$ масс. %),
угол $\theta = 112^\circ$;
в - плавный кварц ($\Sigma_{\text{пр}} = 0,050$ масс. %), угол $\theta = 120^\circ$; з - плавный кварц ($\Sigma_{\text{пр}} = 0,020$ масс. %),
угол $\theta = 125^\circ$; д - синтетический кварц ($\Sigma_{\text{пр}} = 0,010$ масс. %), угол $\theta = 135^\circ$

Рисунок 1 – Фотографии капли расплава германия на поверхности керамических образцов

Установлено, что на полированном кварцевом стекле угол смачивания расплавом германия составляет $\sim 100^\circ$, что соизмеримо с соответствующим равновесным значением угла смачивания, приведенным в работах [1,2]. Для керамических образцов угол смачивания изменяется от 112° до 135° при уменьшении концентрации примесей от $\sim 0,120$ до $0,010$ масс. %, как показано на рисунке 2.

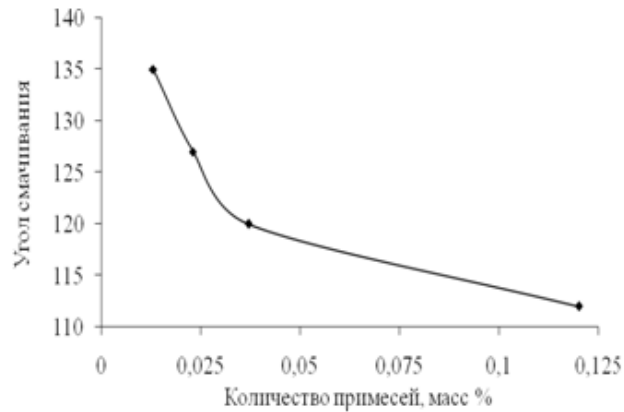


Рисунок 2 – График зависимости угла смачивания от содержания примесей в керамических образцах SiO₂

На основе результатов проведенных исследований можно заключить, что поверхность керамических образцов из аморфного оксида кремния смачивается расплавом германия в меньшей степени, чем гладкая поверхность. В связи с этим, для получения малодислокационных кристаллов и детекторного германия целесообразно использовать контейнеры для расплава Ge, изготовленные по керамической технологии.

Список литературы:

1. Kaiser, N. Wetting angle and surface tension of germanium melts on different substrate materials / N. Kaiser, A. Cröll, F.R. Szofran, S.D. Cobb, K.W. Benz // Journal of Crystal Growth. – 231. – 2001. – P. 448–457
2. Cröll A. Wetting angles and surface tension of Ge_{1-x}Si_x melts on different substrate materials / A. Cröll, N. Salk, F. R. Szofran, S. D. Cobb, M. P. Volz // Journal of Crystal Growth. – 242. – 2002. – P. 45–54