Контейнеры для выращивания кристаллов германия

Е.Ю. Подшибякина, Т.В. Кулаковская, А.Ф. Шиманский

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Институт цветных металлов и материаловедения, Красноярск

660025, г. Красноярск, пр. им. газеты «Красноярский рабочий», 95

тел.: +7 (923) 307-1294, эл. почта: podshibyakina.elenka@mail.ru

DOI 10.34077/RCSP2019-114

Современная область применения кристаллов полупроводникового германия, обязательным требованием к которым является низкое содержание дефектов и посторонних примесей, включает космическую фотовольтаику и электронную технику, полупроводниковые детекторы, инфракрасную оптику и тепловизоры.

В технологии получения монокристаллов германия важную роль играет материал контейнера для расплава. До недавнего времени в этом качестве преимущественно использовался ультрачистый графит. Вместе с тем при использовании графитовых контейнеров эффективный коэффициент распределения ряда примесей в германии, например, Al, В, Ga, приближается к единице и, соответственно, очистка от них не происходит. Одним из путей решения данной проблемы является применение новых материалов. К их числу относятся нитрид бора и аморфный оксид кремния, например, в форме плавленого кварца. Из работы [1] следует, что угол смачивания поверхности плавленого кварца расплавом германия изменяется в интервале от 150 до 117°. Нитрид бора смачивается значительно меньше, контактный угол составляет 173°. Однако изготовление контейнеров из нитрида бора является сложной технической задачей, что обусловлено его высокой температурой плавления [2]. В работе [3] нами предложен способ изготовления двухслойных кварцевых контейнеров по керамической технологии с использованием метода шликерного литья. Суть его состоит в том, что на внутреннюю поверхность керамического кварцевого контейнера, изготовленного по шликерной технологии, наносится, также методом шликерного литья, покрытие требуемого состава, которое контактирует при выращивании кристалла с расплавом германия.

Цель настоящей работы – получение кварцевых контейнеров с покрытием на основе аморфного оксида кремния с добавкой нитрида бора для уменьшения смачивания расплавом германия.

Кварцевые керамические контейнеры изготавливали методом шликерного литья в гипсовую форму. Для формования применяли водный шликер, содержащий 70 мас. % аморфного SiO_2 . Приготовление шликера осуществлялось по методике одностадийного мокрого помола с использованием плавленого кварца. С этой целью в шаровую мельницу загружали дробленое кварцевое стекло, добавляли воду, исходя из заданной концентрации твердой фазы. Соотношение массы шаров и массы загрузки составляло 3:1. После помола в течение 48 ч получали шликер для литья изделий. После формования изделия избыток шликера сливали и проводили сушку полуфабриката при комнатной температуре. Для формирования покрытия на внутреннюю поверхность отливки из плавленого кварца до обжига также методом шликерного литья наносили покрытие с комбинированным составом, содержащее SiO_2 и BN в количестве 75 и 25 масс. %, соответственно. Введение в состав покрытия большего количества нитрида бора приводило к тому, что внутренний слой получается неоднородным и растрескивается, либо в ходе сушки изделия, либо при отжиге. После формования контейнера проводили сушку и обжиг в атмосфере азота при 1200 °С в течение 2 ч.

Установлено, что плотность основы контейнера из плавленого кварца и материала покрытия составляет 1,95 г/см³, пористость ~ 11,0 %, размер зерен изменяется от 1 до 100 мкм.

Литература

- [1] Wetting angle and surface tension of germanium melts on different substrate materials / N. Kaiser, A. Cröll, F. R. Szofran et al.// Journal of Crystal Growth. – 2001. – Vol. 231. – P. 448–457
- [2] Boron Nitride Coated Ceramic Crucible With a Hole in the Bottom—a New Device Replacing Expensive Crucibles for the Preparation of Fusion Bead Samples for X-ray Fluorescence Analysis// Johan Malmqvist and Ragnar Tegman// Analytical Communications. –1997.– Vol. 34.P. 343–350
- [3] Пат. 2333900 Российская Федерация, МПК С 04 В 35/14. Способ получения кварцевых тиглей / Шиманский А.Ф. (RU), Пивинский Ю.Е. (RU), Савченко Н.С. (RU), Подкопаев О.И. (RU); № 2006142548/03; заявл. 30.11.06; опубл. 20.09.08, Бюл. № 26