

Қазақстан Республикасы Тәуелсіздігінің 30 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 17: «Қазіргі аграрлық ғылым: цифрлық трансформация» атты халықаралық ғылыми – тәжірибелік конференцияға материалдар = Материалы международной научно – теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 17: «Современная аграрная наука: цифровая трансформация», посвященной 30 – летию Независимости Республики Казахстан.- 2021.- Т.1, Ч.3 - С.15 - 17

## **РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ПО СИНТЕЗУ МОНОКРИСТАЛЛОВ ИЗ РАСПЛАВА РАСТВОР-РАСПЛАВНЫМ МЕТОДОМ**

*Баймаганбет И.А.,  
Ускенбаев Д.Е.*

К настоящему времени монокристаллические материалы занимают особенное место в электронике и приборостроении. На основе монокристаллов создаются приборы, начиная от полупроводникового диода до сверхбольших интегральных микросхем и многое другое [1-3]. Причины по которым выращивают монокристаллы самые разнообразные: в промышленности используются осцилляторы, преобразователи и фильтры, изготовленные из кристаллов кварца. Из кристаллов кремния и германия изготавливаются полупроводниковые устройства.

В зависимости от метода синтеза получают монокристаллические материалы весом от нескольких миллиграммов до несколько сотни килограммов.

В производстве и исследовательских лабораториях кристаллы выращивают из паров, растворов, расплавов, из твердой фазы и другими способами, например, синтезируют путем химических реакций, при высоких давлениях, осуществляют электролитическую кристаллизацию, кристаллизацию из гелей и др. Основными методами получения совершенных кристаллов большого диаметра являются методы выращивания из расплава, из растворов и из паровой (газовой) фазы.

Среди вышеуказанных методов, для лабораторно-исследовательских целей, более приемлемым, простым является раствор-расплавный метод [4-5].

Метод кристаллизации из раствора в расплаве получил развитие в связи с выращиванием монокристаллов в сложных многокомпонентных системах. Он используется для кристаллизации трудно растворимых в обычных жидкостях веществ, либо разлагающихся при нагревании, либо плавящихся при высоких температурах. В качестве растворителя в этом методе служит расплав какой-либо легкоплавкой подвижной соли. Важная особенность метода стоит в том, что процесс осуществляется на воздухе при атмосферном давлении и температуре меньшей, чем температура плавления вещества, либо путем медленного охлаждения насыщенного раствора

(создание пересыщенного раствора), либо путем испарения растворителя при постоянной температуре.

В данной работе приведены результаты разработки лабораторного устройства синтеза монокристаллов раствор-расплавным методом (рис. 1).

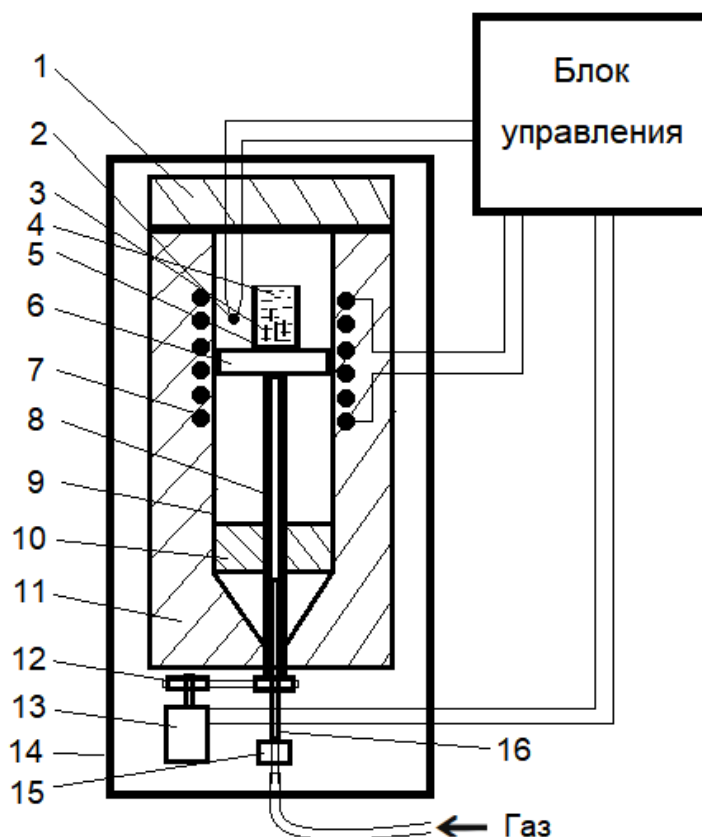


Рис. 1. Принципиальная схема устройства по синтезу монокристаллов раствор-расплавным методом. 1 - Крышка огнеупорная, 2 – Термопара, 3 – Кристаллы, 4 – Расплав, 5 – Тигель, 6 - Подставка огнеупорная, 7 - Нагревательный элемент, 8 - Шток кварцевый, 9 - Реактор кварцевый, 10 - Огнеупорный направляющий, 11 – Огнеупорный изолятор, 12 - Ременная передача, 13 - Шаговый двигатель, 14 – Корпус кристаллизатора, 15 - Подставка

Установка состоит из кристаллизатора и электронного блока управления технологическим процессом. Кристаллизатор состоит из кварцевой трубки диаметром 80 мм и высотой 300 мм с суженной горловиной. На кварцевую трубку намотан нагревательный элемент из нихрома таким образом, чтобы температурный градиент по высоте плавно изменился от верхней части кристаллизатора до нижней части. Тигель с расплавом располагается на керамической подложке, закрепленной на штоке из кварцевой трубки диаметром 12 мм. Кварцевый шток стоит на металлическом штоке с резьбой, с возможностью плавно перемещать кварцевый шток вдоль вертикальной оси кристаллизатора. Перемещение осуществляется с помощью шагового двигателя, соединенный с металлическим штоком ленточным передатчиком. Технологический процесс

слежение и регулирования температурой камеры кристаллизатора, а также перемещение тигля для направленного вывода с зоны высокой температуры осуществляется электронным блоком управления.

Процесс синтеза монокристаллов осуществляется таким образом: в тигель загружается шихта необходимого состава. После камера кристаллизатора нагревается выше температуры плавления шихты и выдерживается 2-3 часа до полной гомогенизации и медленно снижается до температуры кристаллизации. В дальнейшем, для направленной кристаллизации, тигель выводится из зоны высокой температуры со скоростью 1-10 мм/час, в зависимости от скорости роста кристалла, зависящий от природы кристалла.

### Список литературы

1. Т.Т. Басиев. Новые кристаллы для лазеров на вынужденном комбинационном рассеянии. // Физика твердого тела.- 2005.- т.47,-вып.8.- С.1354-1358
2. Scheel H.J. Historical aspects of crystal growth technology //Journal of Crystal Growth. – 2000. – V. 211. – №. 1-4. – P. 1-12
3. Vesselinov M.I. Crystal growth for beginners: fundamentals of nucleation, crystal growth and epitaxy. – World scientific, 2016
4. Шубников А.В. Как растут кристаллы. – Рипол Классик, 2013
5. Pritula I., Sangwal K. Fundamentals of crystal growth from solutions // Handbook of Crystal Growth: Bulk Crystal Growth (Second Edition). – 2015. – P. 1185-1227