

ВЛИЯНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПОДОГРЕВА НА КАСАТЕЛЬНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ В МОНОКРИСТАЛЛАХ ГЕРМАНИЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ИХ МЕТОДОМ ЧОХРАЛЬСКОГО

Гарбузов А. А.

Научный руководитель канд. техн. наук Кравцова Е.Д.

Сибирский Федеральный университет

До недавнего времени получение слитков в виде монокристалла считалось основным критерием совершенства его кристаллической структуры. Требования промышленности к структурному совершенству монокристаллических полупроводников возросли, и одним из критериев совершенства кристаллов стало отсутствие в них различных дефектов кристаллического строения, к которым в частности относятся дислокации. При получении монокристаллов методом Чохральского основная причина образования дислокаций – высокие термические напряжения, т.е. значительные градиенты температур в кристалле.

Для успешного роста малодислокационных кристаллов необходимо правильно подобрать технологические условия (скорости вращения тигля и затравки, скорости вытягивания кристалла и др.), а так же обеспечить оптимальный температурный режим, как в процессе роста кристалла, так и при его остывании.

Одним из возможных методов управления температурным полем является использование дополнительных нагревателей, размещаемых вокруг кристалла. В данной работе представлены результаты численного моделирования зависимости напряжений в кристаллах германия от мощности дополнительного нагревателя.

Расчёт температурного поля в кристалле и последующий расчёт касательных напряжений проводили в программе CGSim (Crystal Growth Simulator) [1].

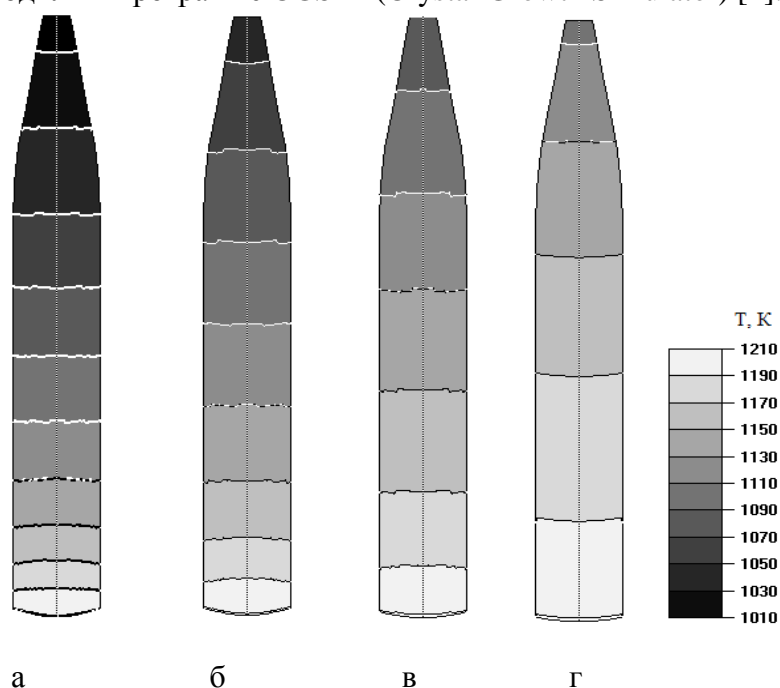


Рис. 1 – Температурное поле в кристаллах германия при различной мощности дополнительного нагревателя, Вт: а – 0, б – 500, в – 1000, г – 1500

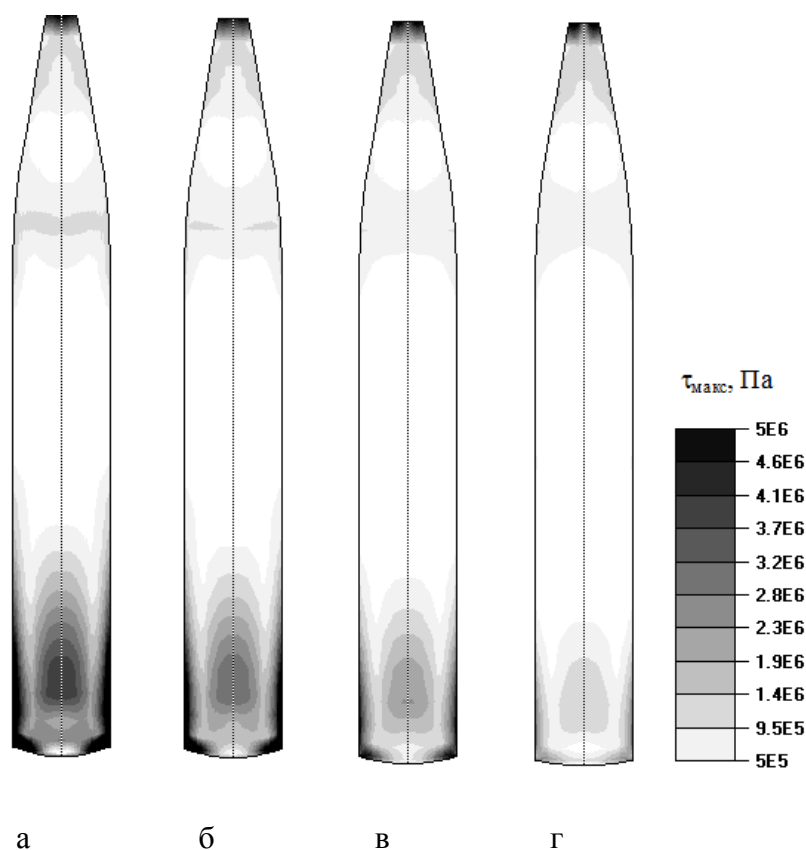


Рис. 2 – Касательные напряжения в кристаллах германия при различной мощности дополнительного нагревателя, Вт: а – 0, б – 500, в – 1000, г – 1500

Расчет напряжений был сделан для диаметра кристаллов 20, 40 и 60 мм, при этом высота их была одинаковой и составляла 150 мм, включая верхнюю конусную часть. Диаметр дополнительного нагревателя – 200 мм, высота – 250 мм, его мощность равнялась 500, 1000 и 1500 Вт.

Приведенные ниже рисунки отражают результаты численного моделирования распределения температуры и касательных напряжений в кристаллах германия диаметром 20 мм в процессе их выращивания при варьировании мощности дополнительного нагревателя.

Как показали результаты расчетов, распределение касательных напряжений по сечению кристалла зависит от диаметра кристалла, его высоты и мощности дополнительного нагревателя, т.е. определяется температурным полем в тепловом узле установки. При равномерном распределении температуры в кристалле термические напряжения минимальны, с увеличением осевого и радиального температурного градиента возрастают термические напряжения, что может привести к изменению совершенной монокристаллической структуры и образованию дислокаций.

Установка дополнительного нагревателя позволяет уменьшить перепад температуры по сечению кристалла и увеличить вероятность получения кристаллов с малым количеством дислокаций.

Список литературы

1. Crystal Growth Simulator. [Электронный ресурс] – режим доступа <http://www.softimpact.ru/cgsim_rus.php>