**Комаров Микола Вікторович. Вирощування легованих монокристалів InSb і моделювання конвекції в розплаві при впливі ультразвуку : Дис... канд. наук: 05.02.01 – 2002**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Комаров М.В. Вирощування легованих монокристалів InSb і моделювання конвекції в розплаві при впливі ультразвуку.** – Рукопис. Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.02.01 – матеріалознавство. Національна Академія наук України, НТК “Інститут монокристалів”, Інститут монокристалів, м. Харків, 2002 р.  Дисертація присвячена розробці способу зниження шаруватої неоднорідності легуючої домішки телуру в монокристалах InSb, вирощених методом Чохральського.  Рішення цієї задачі здійснювали шляхом впливу ультразвуку на розплав у процесі витягування монокристала. Частота ультразвуку установлювалась від 0,6 до 5,0 МГц. Встановлено, що ультразвуковий вплив приводить до зниження шаруватості телуру, обумовленої ефектом “грані”. Запропоновано механізм впливу ультразвуку на шаруватість у цій області кристала завдяки утворенню стоячої звукової хвилі у розплаві.  Дослідження конвекції в модельній рідині показало, що в її обсязі між хвилеводом і диском формується стояча звукова хвиля. Як модельна рідина обрана дистильована вода, а домішки – частки Al та Al2O3. Частки концентруються у полі стоячої хвилі в площинах, відстань між якими відповідає половині довжини ультразвукової хвилі у воді. | |
| |  | | --- | | 1. Розроблені засіб вирощування монокристалів InSb в ультразвуковому полі і без нього, метод підготовки поверхні досліджуваних зразків монокристалів, виявлення шаруватості телуру методом хімічного травлення і спостереження її методами оптичної й електронної мікроскопії. Розрахунок і експериментальні данні підтвердили, що використовувані умови вирощування монокристалів InSb, близькі до рівноважних, і не створюють умов для виникнення концентраційного переохолодження розплаву під фронтом кристалізації. Вивчено шаруватість телуру в монокристалах InSb, обумовлена ефектом “грані” і обертанням кристала.  2. Встановлено, що витягування монокристалів InSb в ультразвуковому полі з частотою від 0,6 до 5 МГц і інтенсивністю до 0,1 Вт/см2 приводить до повного усунення шаруватості, обумовленої ефектом “грані”. Шаруватість з меншою періодичністю, обумовлена обертанням кристала, не усувалася при вирощуванні монокристалів в ультразвуковому полі цим способом. Інтенсивність ультразвуку в експериментах у всьому використовуваному діапазоні частот була значно нижче порога кавітації в розплаві In-Sb і не перевищувала 0,1 Вт/см2.  3. Розраховано гідродинамічні параметри розплаву In-Sb і інтенсивність ультразвуку на межі розділу фаз з урахуванням його поглинання в розплаві. Обґрунтовано вибір частотного діапазону ультразвуку від 0,6 до 5 МГц для зниження шаруватості в монокристалах InSb. Запропоновано модель ультразвукового впливу на шаруватість в області “грані”. Утворення стоячої звукової хвилі в розплаві In-Sb під фронтом кристалізації може сприяти збільшенню ефективної в'язкості розплаву і придушенню конвекційних течій у ньому. Ефективний коефіцієнт розподілу домішки в цьому випадку може зменшитися від 4 до 1.  4. Розроблено методику вивчення конвекції в модельній рідині при умовах, подібних до вирощування кристалів в ультразвуковому полі, що дозволило підтвердити обґрунтованість запропонованого механізму ультразвукового впливу на шаруватість.  5. Вивчено вплив ультразвуку інтенсивністю до 0,04 Вт/см2 з частотою 0,6 МГц і 1,25 МГц на конвекцію в модельній рідині, у якості якої обрана дистильована вода. Цей вибір обумовлений тим, що гідродинамічні параметри, характеризуються числами Релея і Шмідта, і деякі фізичні параметри, наприклад, коефіцієнт поглинання ультразвуку і кінематична в'язкість, мають близькі значення. Встановлено, що у воді утворюється стояча звукова хвиля. Частки, зважені у неї, концентруються в площинах рівнобіжних меж розділу рідина-диск. Відстань між шарами часток відповідає половині довжини ультразвукової хвилі у воді.  6. Показано, що акустичні течії поза областю стоячої хвилі мають вихорообразний характер і сприяють перемішуванню рідини. Форма границі розподілу відіграє важливу роль при формуванні стоячої хвилі. При опуклій чи ввігнутій границі розподілу звужується область, у якій формується стояча хвиля під диском. | |