

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ВИРОЩУВАННЯ МОНОКРИСТАЛІВ PbI₂

Фурс Т.В.

Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

t.furs@ukr.net

Структурна однорідність, дефектність, ступінь чистоти, форма і розміри монокристалів PbI₂ визначаються способом і технологічними умовами одержання, керуючи якими можна змінювати їх параметри і властивості. Питання технологічних факторів є актуальним в напрямку практичного застосування монокристалів. Зокрема, плюмбум (II) йодид придатний до виготовлення чутливих елементів для пристроїв детектування електромагнітного випромінювання, нелінійної оптики, рентгенівської томографії тощо [1-4].

При розробці технології вирощування монокристалів PbI₂ з врахуванням тих чи інших прикладних цілей враховують низку аспектів [5]:

- технологічні умови (температурний режим, тиск, середовище тощо), при яких забезпечується надійне одержання оптично однорідних монокристалів з заданою кристалографічною орієнтацією, необхідними розмірами і геометричною формою;
- вплив умов вирощування на виникнення дефектів в монокристалах;
- технологічні умови введення легуючих домішок, залежність їх концентрації і розподілу в об'ємі монокристала від умов вирощування;
- вплив концентрації домішок на виникнення в монокристалах структурних недосконалостей, а також вплив структурних дефектів на характер розподілу домішок.

Комплекс структурно-чутливих властивостей монокристалів PbI₂ закладається впродовж усього циклу їх одержання. Саме в технології вирощування необхідно враховувати низку факторів, що визначають кінцевий стан кристалу: чистоту вихідних компонентів; режими синтезу і вирощування; ступінь очистки в процесі росту; температурний градієнт на границі кристал-розплав; стабілізацію, контроль і точне регулювання температури; швидкість опускання ампули та ін.

Для отримання високочистих монокристалів PbI₂ необхідно використовувати максимально чисті вихідні компоненти, а також виконувати операції очищення від домішок синтезованої сировини і в процесі вирощування монокристалів.

Контейнерами для синтезу та вирощування монокристалів служать кварцові ампули, які обов'язково очищають за спеціальною методикою, вакуумують до залишкового тиску порядку $10^{-2} \dots 10^{-3}$ Па і герметизують на киснево-газовому пальнику. Технологічні параметри синтезу і вирощування монокристалів PbI₂ вибираються такими, щоб максимально забезпечити високу чистоту, досконалість структури та задовільні фізико-хімічні властивості.

Залежно від того, яке середовище є "материнською" фазою, розрізняють наступні методи одержання монокристалів PbI₂: з розчину, парової фази, розплаву. Кожен із

цих способів має свої характерні технологічні особливості, які забезпечують одержання різних за формою, морфологією і розміром монокристалів.

Для вирощування монокристалів PbI_2 , як правило, використовують два види шихти плюмбум (II) йодиду: солей PbI_2 , отриманих з водних розчинів і з додатковою комплексною очисткою, та PbI_2 , одержаний методом прямого синтезу з вихідних компонентів Pb і I_2 .

Сукупність технологічних процесів одержання монокристалів PbI_2 представлено на рис. 1.

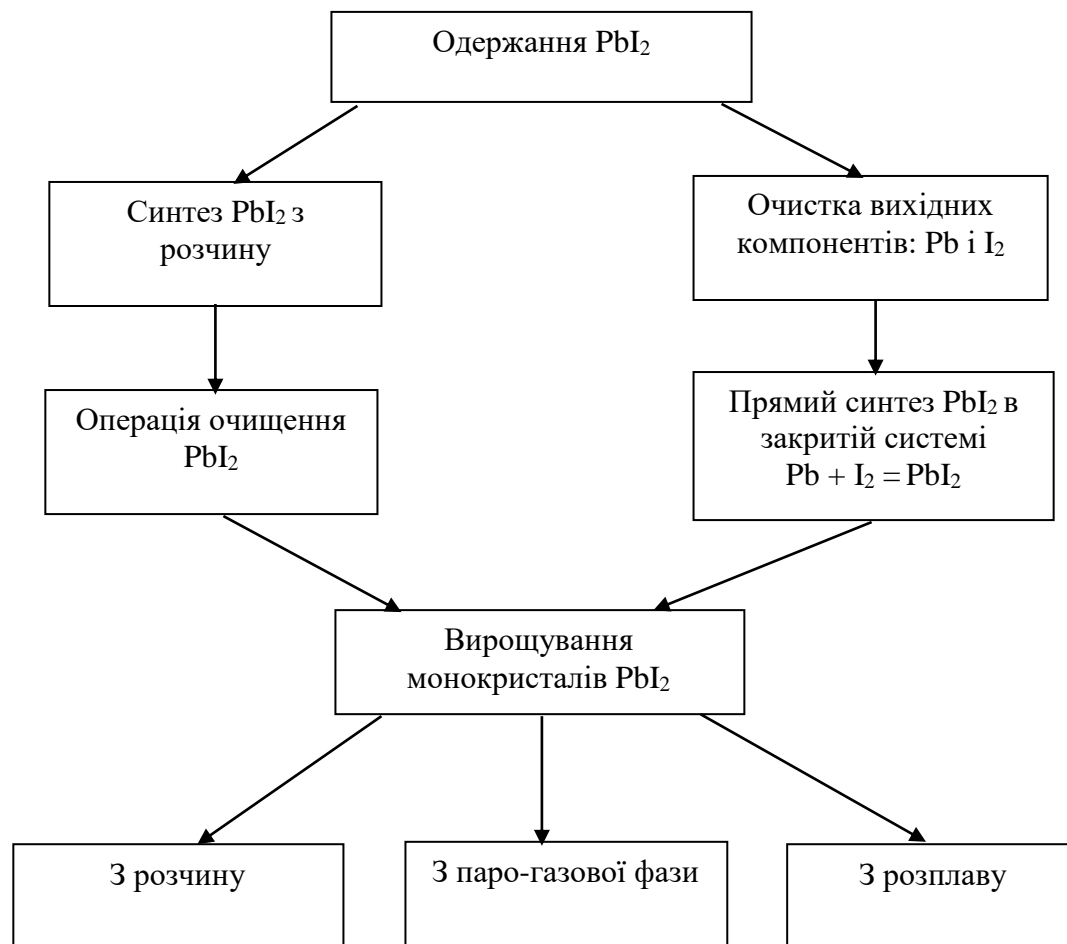


Рис. 1. Схема послідовності процесів при одержанні монокристалів PbI_2

Процес кристалізації PbI_2 розпочнеться лише за умови створення значного пересичення чи переохолодження системи. Водночас, для одержання досконалих монокристалів задовільної форми і розмірів потрібно забезпечити якомога менші пересичення і переохолодження. Ці взаємно протилежні вимоги спонукають відділяти процес утворення зародків від процесу росту кристала.

Процеси вирощування монокристалів повинні здійснюватися при контрольованих умовах: точне регулювання температури і її розподіл, стабільність тиску газоподібних компонентів процесу, постійність швидкості механічних переміщень ампули з матеріалом тощо. Одержання монокристалів PbI_2 – це поєднання фізико-хімічних процесів кристалізації і технологічних умов.

Вибором способу і методики одержання, введенням легуючих домішок, й загалом керуючи технологічним процесом, можна змінювати умови вирощування й, відповідно, – габітус, розміри та властивості монокристалів PbI₂ в доволі широких межах, тобто створювати їх модифікації.

Література

1. Liu J., Zang Y. Growth of lead iodide single crystals used for nuclear radiation detection of Gamma-rays. *Crystal Research and Technology*. 2017. V. 52(3), 1600370. doi:10.1002/crat.201600370
2. Wang Y., Gan L., Chen J., Yang R., Zhai T. Achieving highly uniform two-dimensional PbI₂ flakes for photodetectors via space confined physical vapor deposition. *Science Bulletin*. 2017. V. 62(24). 1654 doi: 10.1016/j.scib.2017.11.011
3. Xinghua Z., Hui S., Dingyu Y., Jun Y., Xu L., Xiuying G. Fabrication and characterization of X-ray array detectors based on polycrystalline PbI₂ thick films. *J Mater Sci: Mater Electron*. 2014. V. 25, 3337. doi: 10.1007/s10854-014-2023-y
4. Caldeira Filho A.M., Mulato M. Characterization of thermally evaporated lead iodide films aimed for the detection of X-rays. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*. 2011. A 636, 82. <https://doi.org/10.1016/j.nima.2011.01.093>
5. Фурс Т.В. Технологічні особливості одержання монокристалів PbI₂. Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за галузями знань “Технічні науки”). 2019. Вип. 68. С. 125-130.