

ГОЛЧАСТІ КРИСТАЛИ НАПІВПРОВІДНИКІВ A^2B^6 і Si

Микола ВИТРИХІВСЬКИЙ

Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова
НАН України
просп. Науки 41, Київ 03028

Редакція отримала статтю 21 жовтня 2009 р.

Висвітлено технологічні особливості вирощування голчастих кристалів A^2B^6 , твердих розчинів на їхній основі, а також кремнію, що вперше розроблені та реалізовані автором. Досліджено фізичні властивості цих матеріалів залежно від складу та форми росту. Вказується на можливість застосування цих кристалів у квантовій електроніці.

Напівпровідники групи A^2B^6 і їх тверді розчини заміщення (ТРЗ) є унікальними фоточутливими матеріалами. Вони дають змогу плавно змінювати параметри кристалічної, зонної структур, фоточутливість, ширину забороненої зони й інші фізичні властивості в широкому спектральному діапазоні частот поступовим заміщенням катіонів, аніонів або одночасно обох. Напівпровідники A^2B^6 є задовільними модельними матеріалами для фізичних досліджень, які можна виростити у вигляді голок і трубок досить малих розмірів.

Експериментально з'ясовано, що голчасті кристали (ГК), вирощені з газової фази, мають переважно форму суцільних шестигранників і шестигранників із внутрішньою гранчастою порожниною (мікрокапіляри) (рис. 1). Такі ж профільовані гранчасті мікрокапіляри ростуть у напрямі, перпендикулярному до кристалографічної площини (0001) для гексагональної (в'юрцит) і (111) кубічної (сфалерит) сингоній.

Електронно-мікроскопічними дослідженнями показано, що гранчасті порожнини ГК бінарних сполук, як правило, мають форму правильного, а для ТРЗ — неправильного шестигранника (рис. 3а). Це, мабуть, пов'язано з розупорядкуванням систем CdS_xSe_{1-x} , CdS_xTe_{1-x} . Крім гранчастої форми для ГК дуже рідко трапляється циліндрична форма. У мікрокапілярах зі зменшенням діаметра порожнини її шестикутна форма переходить у дванадцятикутну (рис. 2) і т.д. і решті-решт наближається до кола [1].

ГК досягають довжини $1 \div 2$ см за $1 \div 3$ хв. росту. Після припинення росту кристала в довжину для деяких ГК спостерігається їх

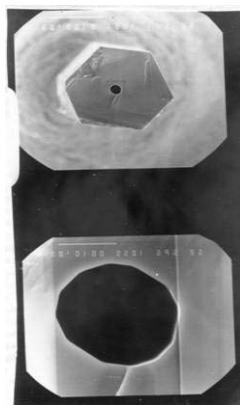


Рис. 1. Голчасті кристали CdS із шестиграними порожнинами. Рис. 2. Голчасті кристали CdS з порожниною діаметром 10 мкм.

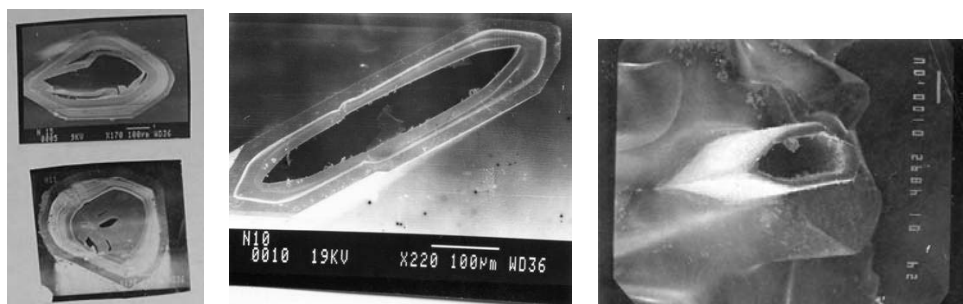


Рис. 3. Голчасті кристали CdS_xTe_{1-x} неправильної геометричної форми з порожнинами, вирощені з газової фази методом синтезу. Стінки шаруваті різного хімічного складу.

потовщення. Крім візуальних спостережень потовщення діаметра ГК, маємо підтвердження і електронно-мікроскопічними дослідженнями, які зафіксували також шаруватість стінок мікрокапілярів ТРЗ (для CdS_xTe_{1-x}), яка пов'язана з різним хімічним складом (рис. 3).

Для частини ГК CdTe (кубічна сингонія) порожнини заповнені спіралями, що підтверджує спіральний механізм їх росту (рис. 4) [2]. Ми не спостерігали спіральних фігур у порожнинах мікрокапілярів гексагональної сингонії в CdS, CdSe.

Голчасті кристали кремнію були вирощені з газової фази методом транспортних хімічних реакцій у запаяних кварцових ампулах. Зроблено це для з'ясування особливостей механізму ПРК (пара-рідина-кристал) росту нитчастих і голчастих кристалів [5]. На нашу думку, нитчасті та голчасті кристали кремнію не завжди ростуть за механізмом ПРК (про що свідчать фотографії рис. 6), лише менше мікронних розмірів за товщиною в діаметрі безпосередньо на кремнієвій пластині

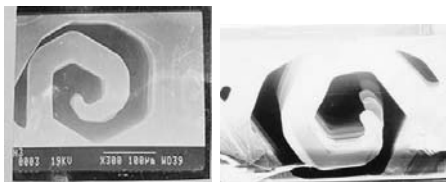


Рис. 4. Голчасті кристали телуриду кадмію зі “спіраллю” в порожнині.

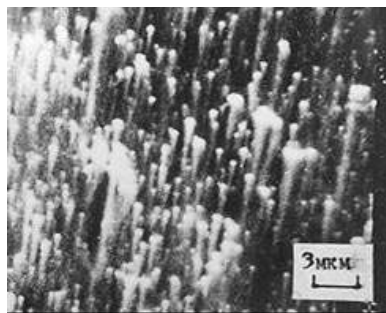


Рис. 5. Нитчасті (циліндричної форми) кристали кремнію мікронних розмірів.

(рис. 5) не суперечить йому.

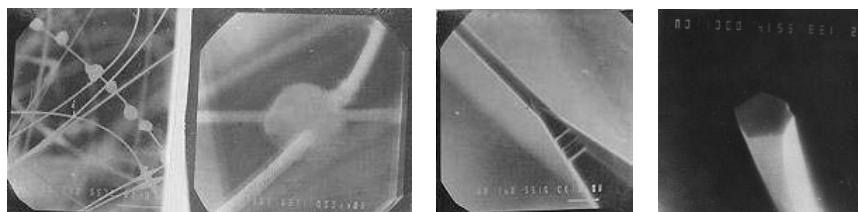


Рис. 6. Нитчасті та голчасті кристали кремнію мікронних розмірів і різної форми.

Для голчастих кристалів $A^2 B^6$ за наших умов вирощування механізм росту ПРК не реалізується.

Для дослідження генерації голчастих кристалів при високих рівнях збудження потрібно враховувати конфігурацію резонаторів, які дають відповідний розподіл випромінювання – особливості генерації світла в голчастих монокристалах CdS [3-4].

ЛІТЕРАТУРА

- [1] *Витриховский Н.И., Лев Б.И., Томчук П.М.* Образование пор в игольчатых кристаллах $A_2 B_6$. Укр.физ.журн. 1988. **16**, №33. 489–494.
- [2] *Витриховский Н.И., Лев Б.И., Томчук П.М.* Образование полых игольчатых кристаллов. Докл. АН УССР, Сер. А, Физ.-мат. и техн. наук. 1988. №10. 56–59.
- [3] *Brodin M.S., Vitrikhovskii N.I., Kypen A.A., Shevel S.G. and Yanushevskii N.I.* Spatial on Spectral Characteristics and a New Model of Laser Gener-

ation for CdS-Type Single Crystals under One-Photon Excitation. Phys. Stat. Sol.(a). 1983. **78**. 349–363.

- [4] Тягай В.А., Стерлигов В.А., Витриховский Н.И., Колбасов Г.Я. Особенности процессов генерации света в игольчатых монокристаллах CdS. Укр.физ.журн. 1981. **26**, №2. 332–334.
- [5] Romanov A.A., Griaznov V.P., Polonskii V.G., Nepijko S.A., Vitrkhovskii N.I. Voids and channels in pentagonal crystals. Journal of Crystal Growth. 1993. **129**. 691–698.

THE NEEDLE CRYSTALS OF Si AND A^2B^6 SEMICONDUCTORS

Mykola VYTRYKHIVSKYJ

V. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics,
National Academy of Sciences of Ukraine
41 Nauky av., Kyiv 03028, Ukraine

The paper is devoted to the technological peculiarities of growing the A^2B^6 needle crystals, the solid solutions on its basis, as well as silicon crystals, originally developed and realized by the author. Physical properties of these materials are explored in dependence on composition and form of growth. These crystals may be used in quantum electronics.