



УКРАЇНА

(19) UA (11) 62626 (13) U
(51) МПК
C30B 31/06 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЛЕГУВАННЯ КРИСТАЛІВ ТЕЛУРИДУ КАДМІЮ

1

2

(21) u201100088

(22) 04.01.2011

(24) 12.09.2011

(46) 12.09.2011, Бюл.№ 17, 2011 р.

(72) СЛЮТОВ МИХАЙЛО МИХАЙЛОВИЧ, МАХ-
НИЙ ВІКТОР ПЕТРОВИЧ, КОСОЛОВСЬКИЙ ВА-
СИЛЬ ВАСИЛЬОВИЧ(73) ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕР-
СИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА(57) Спосіб легування кристалів телуриду кадмію,
що включає їх відпал у парі домішки, який **відріз-
няється** тим, що відпал проводять у парі легуючої
домішки Mg при температурі 820-900 °С.

Корисна модель належить до технології напів-
провідникових матеріалів, які можуть бути викори-
стані, зокрема, у ближньому інфрачервоному спе-
ктральному діапазоні.

Телурид кадмію характеризується шириною
забороненої зони $E_g \approx 1,5$ еВ при 300 К. Тому CdTe
може бути базовим матеріалом для створення
джерел світла, які випромінюють у ближній інфра-
червоній області. Разом з тим, на даний час при
виготовленні інжекційних джерел спонтанного і
вимушеного випромінювання у 14-діапазоні пере-
вага надається арсеніду галію. Це зумовлено, зок-
рема, тим, що на основі GaAs можливо отримувати
матеріал з високою ефективністю крайової
люмінесценції [1]. Проте достатньо дорого й скла-
дна технологія отримання монокристалів GaAs, а
також відомий дефіцит галію, роблять актуальним
пошук більш дешевих альтернативних матеріалів.
Одним з таких може бути CdTe, енергетичні й еле-
ктрофізичні параметри якого найбільш близькі до
арсеніду галію. До того ж, легування телуриду ка-
дмію різного типу донорними чи акцепторними
домішками дозволяє змінювати спектр люмінесце-
нції у широкому діапазоні довжин хвиль. Проте
випромінювання таких кристалів у крайовій області
характеризується надзвичайно низькою ефектив-
ністю при 300 К, яка не перевищує 0,2 % [2].

Найбільш близькою до способу, що заявля-
ється, є технологія легування кристалів телуриду
кадмію, яка полягає у наступному [3]. Вихідні кри-
стали CdTe відпалюють у парі кадмію при темпера-
турі 700 °С протягом 450 годин. У таких зразках
спостерігається зростання інтенсивності люмінес-
ценції. Спектр випромінювання характеризується
основною широкою смугою з максимумом в облас-
ті енергії фотонів, що значно різниться з величи-
ною ширини забороненої зони CdTe $E_g \approx 1,5$ еВ
при 300 К. Також спостерігається друга смуга, яка

зумовлена екситонною природою. Відносна частка
останньої залежить від тиску парів Cd і складає
0,3-0,15 величини інтенсивності основної смуги.
Однак, вона спостерігається тільки при низьких
температурах $\sim 4,2$ К. У всіх таким чином відпале-
них зразках при 300 К крайова люмінесценція ха-
рактеризується низькою ефективністю.

Задача корисної моделі - одержання шарів те-
луриду кадмію, яким в області кімнатних темпера-
тур властива інтенсивна люмінесценція у крайовій
області спектра випромінювання. Такий спосіб
отримання шарів може бути використаний в опто-
електроніці при виготовленні різного типу випромі-
нюючих світло структур на основі II-VI сполук.

Рішення досягається тим, що кристали телу-
риду цинку відпалюють у парі магнію при певних
умовах. При цьому з попередньо розглянутого
матеріалу нізвідки не випливає, що використання
магнію викликає інтенсивне крайове випроміню-
вання.

Відповідність критерію "новизна" запропоно-
ваному способу забезпечує сукупність ознак, за-
значених у формулі корисної моделі, що не зустрі-
чається у жодному з відомих аналогів.

Корисна модель відповідає критерію "промис-
лова придатність", оскільки для його реалізації
цілком достатньо обладнання існуючих підпри-
ємств напівпровідникової електроніки.

Наші дослідження показали, що відпал кри-
сталів телуриду кадмію у парі Mg приводить до сут-
тєвого збільшення інтенсивності випромінювання у
крайовій області. Запропонований метод апробо-
ваний на спеціально нелегованих кристалах телу-
риду кадмію, вирощених методом Бріджмена. Їх
спектр люмінесценції представлений широкою
смугою в діапазоні енергій $\hbar\omega \sim 0,7-0,9$ еВ. Після
механічної та хімічної обробки вихідні підкладки

(13) U
(11) 62626
(19) UA

поміщались у відкачаній до 10^{-4} Торр кварцовій ампулі, у протилежному кінці якої знаходилась також наважка металічного Mg. Для запобігання ерозії поверхні підкладинок разом з дифузантом в ампулі розташовували також подрібнену шихту CdTe. Ампули витримувалися протягом 15 хв. в ізотермічних умовах при температурі 820-900 °С. У подальшому вони різко охолоджувались до кімнатної температури і з них вилучались відпалені зразки CdTe, для подальших досліджень без проведення з ними будь-яких додаткових обробок.

Найбільш характерною особливістю відпалених зразків є наявність інтенсивної фотолюмінесценції в крайовій області з максимумом на 1,48 еВ її ефективність при 300 К збільшується до 5-10 % порівняно з вихідними нелегованими спеціально зразками (до 0,2 %). Інтенсивність $B(\hbar\omega)$ випромінювання суттєвим чином залежить від температури відпалу T_B , яка досягає найбільшого значення при 860 °С. Зменшення температури менше 820 °С обумовлює зменшення інтенсивності фотолюмінесценції в крайовій області.

Таблиця

T_B	$B, \text{ в.о.}$
820	0,2
840	0,7
860	1,00
880	0,8
900	0,35

Це може бути пояснено на основі того, що при нижчих T_B різко спадає коефіцієнт дифузії магнію, що приводить до зменшення товщини шару і кон-

центрації Mg у ньому. Аналогічний ефект спостерігається при зменшенні часу відпалу t_B , оскільки

при $T_B = \text{const}$ величина $d \sim \sqrt{t_B}$. Однак, при $T \geq 900$ °С спостерігалася ерозія поверхні внаслідок випаровування одної з компонентів сполуки. Відповідно, істотно зменшувалася інтенсивність випромінювання. При цьому експериментально було встановлено, що інтенсивність та форма спектрів для кожної T_B практично не залежить від часу відпалу t_B , коли $t_B \geq 15$ хв. Саме тому час відпалу вибрано 15 хв.

Зауважимо, що можливість отримання інших сполук на поверхні CdTe при легуванні магнієм при даних умовах повністю виключається. Про це свідчать результати ретельного аналізу спектрів λ -

модульованого відбивання R'_ω всіх нелегованих і легуваних зразків. Для них значення ширини забороненої зони не змінювалося і становить $E_g \sim 1,5$ еВ при 300 К, що є характерним для CdTe.

Джерела інформації:

1. Арсенид галлия. Получения, свойства и применение. / Под. ред. Ф.П. Кесаманлы и Д.Н. Наследова. - М.: Наука, 1973.-471 с.

2. Баранский П.И., Клочков В.П., Потыкевич И.В. Полупроводниковая электроника. Справочник. - К.: Наукова думка, 1975.-704 с.

3. Иванчук Р.Д., Никонюк Е.С., Савицкий А.В., Скицко И.Ф. Магнитные свойства кристаллов CdTe-Ge // Физика и техника полупроводников.- 1977.-11, №10. -С. 2046-2048.