

УДК 621

Мультиплексор на основі кристалів CdS

Горлачов О.Д., д.т.н., проф. Циганок Б.А.

Сульфід кадмію належить до перспективних напівпровідникових матеріалів, які використовуються в електронній, оптоелектронній і лазерній техніці. Фізичні властивості кристалів CdS суттєво залежать від їхнього дефектного стану. Крім того, внаслідок ряду особливостей, все частіше ці сполуки розглядають як модельний матеріал для вивчення типу і структурних особливостей дефектів у широко зонних напівпровідниках групи $A^{II}B^{IV}$. Тому великий інтерес викликає дослідження впливу власних дефектів решітки і їх комплексів (які включають також легуючі домішки) на фізичні властивості CdS-монокристалів. Зручним методом зміни дефектного стану зразків є опромінення їх частинками високих енергій.

У поданій статті досліджувався вплив опромінення швидкими електронами на електричні, фотоелектричні й оптичні властивості легованих індієм монокристалів CdS. Монокристали вирощувалися в інституті монокристалів (м. Харків) із розплаву спеціально очищеного порошку CdS в атмосфері інертного газу під тиском $1,86 \cdot 10^7$ Па. Легування індієм здійснювалося у процесі вирощування. Згідно з паспортними даними, концентрація індію в різних

зразках становила $N_{In} \approx 10^{18} \text{ см}^{-3}$, $N_{In} \approx 10^{19} \text{ см}^{-3}$ і $N_{In} \approx 10^{20} \text{ см}^{-3}$. Опромінення зразків електронами з енергією 1,2 MeV відбувалося на лінійному прискорювачі. Кристали при опроміненні охолоджувалися парами рідкого азоту і їхня температура при опроміненні не піднімалася вище 290 К. Доза опромінення становила $\Phi \approx 2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$.

Спектри поглинання (СП) і фотолюмінесценції (ФЛ) вимірювалися стандартним методом на змінному сигналі з використанням синхронного детектування. Як аналізуючі прилади використовувалися спектрографи ИСП-51 і ИКС-12. Вимірювання спектрального розподілу фотопровідності (ФП) й оптичного гасіння фотопровідності (ОГФ) здійснювалися стандартним методом на постійному сигналі.

Корисна модель відноситься до галузі електронних пристроїв, зокрема до пристроїв з оптоелектронним керуванням, з фотопровідністю фотоматеріалах (рис. 1).

Мультиплексор містить підкладку з п'єзо-фотоматеріалу, на її поверхні розміщений вихідний ширококутовий ЗШП. Над п'єзо-фотопровідною підкладкою на

відстані 0,001-1мм розташована світлодіодна матриця, що керується через шину керування синхронізатором-мікроконтролером.

Світлове випромінювання з пікселей світлодіодної матриці формує в приповерхневому шарі підкладки доріжки з п'єзо-фотопровідного матеріалу.

Створюються технологічним методом металізовані доріжки 2 на кожному вході та на виході між якими будуть протікати сигнали розподілені в часі. Світлодіодна матриця буде формувати на фотоматеріалі квазіметалізовані доріжки 1, з заданим алгоритмом роботи на синхронізаторі-мікроконтролері, що будуть з'єднувати вхідний і вихідний електрод, для передачі сигналів розподілених в часі.

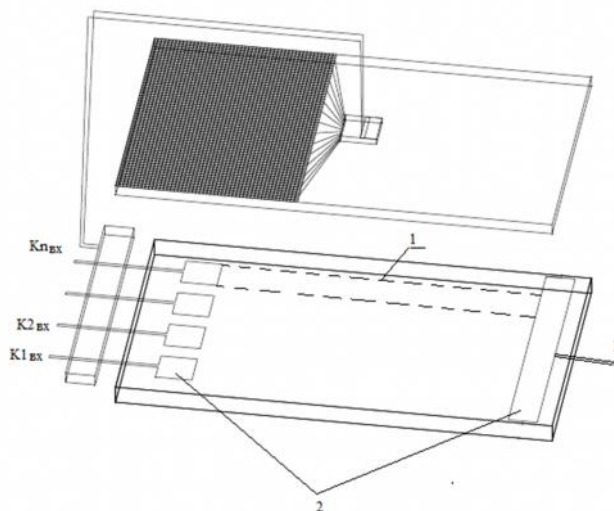


Рис. 1 Мультиплексор розподілу сигналу в часі

Мультиплексор розподілу сигналу в часі повинен складатись з кристалу CdS, який буде опромінюватись в певних місцях світлодіодною матрицею, і в якому за

рахунок внутрішнього фотоефекту, будуть утворюватися канали провідності. Для перевірки даного твердження було розроблено та створено експериментальну установку.

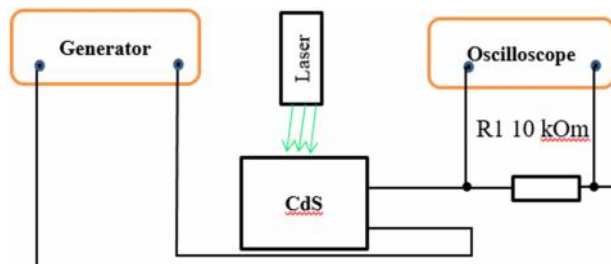


Рис. 2 Блок схема експериментальної установки

Установка (Рис. 2) складалась з генератора Г5-54, осцилографа С1-67, напівпровідникового зеленого лазера потужність 5 мВт та довжиною хвилі 532 нм, та самого кристалу CdS 3x3 мм². Осцилограми знімались з резистору 10 кОм.

На кристалі було реалізовано канал провідності між контактами, що припаювались за допомогою Індію, який має великий рівень адгезії до CdS та низьку температуру плавлення.

Оскільки деталі мали дрібний розмір (кристал 3x3 мм²), в процесі пайки було використано мікроскоп. На жаль більшу кількість каналів створити не вдалося внаслідок відсутності спеціалізованого технологічного обладнання.

Виконання: послідовно з'єднується резистор на 10 кОм, кристал, генератор та паралельно до резистора підключається осцилограф.

На генераторі виставляється подачу одиничних імпульсів з

частотою 100 кГц, з затримкою сигналу 7,8 мкс, тривалістю імпульсу 6,15 мкс амплітудою 2 В. На осцилографі виставлено 1 мкс/діл та 0,5 В/діл. В результаті спостерігаємо осцилограму (Рис. 3).

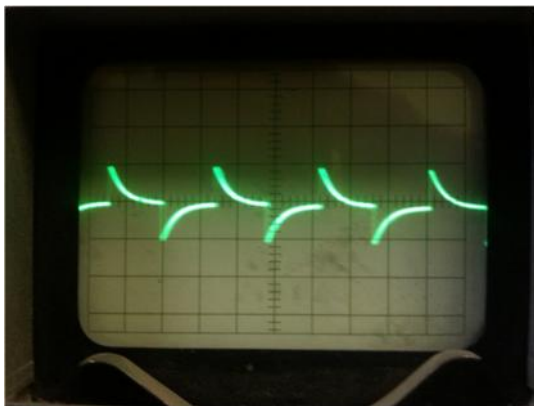


Рис. 3 Осцилограма без ввімкненого лазеру

Як бачимо кристал виконує роль диференціатора, тобто є наявність ємності і еквівалентна схема буде мати вигляд Рис. 4.

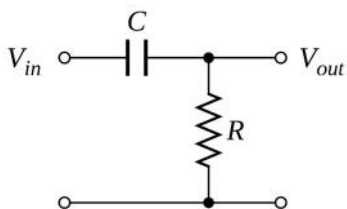


Рис. 4 Еквівалентна схема диференціатора виконаного на полікристалічному CdS

Можна вирахувати значення ємності через час перехідного процесу:

$$t=500\text{нс}$$

$R=500$ кОм – опір при вимкненому генераторі

$$\tau=t/3=500/3=167\text{ нс}$$

$$C=\tau/R=0,334\text{ пФ}$$

Включимо зелений лазер і направимо промінь, щоб він потрапляв на кристал між підключеними провідниками, щоб утворився квазіпровідний шар. При зміні кута падіння променя лазера змінюються параметри перехідного процесу (Рис. 5).

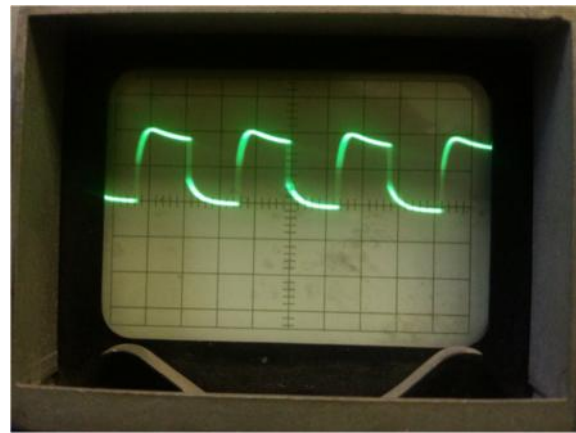


Рис. 5 Осцилограма вихідного сигналу при освітленні CdS

Як бачимо на Рис. 3.4 перехідні процеси, на передньому та задньому фронтах, демонструють перехідні процеси в кристалі CdS спричинені часом генерації та рекомбінації носіїв зарядів. Форма еквівалентної електричної схеми матиме вигляд (Рис. 6).

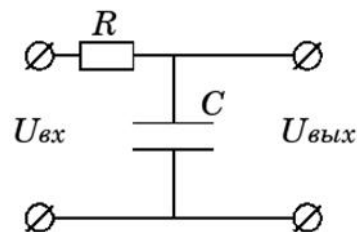


Рис. 6 Еквівалентна електрична схема схема інтегратора виконаного на кристалі CdS

Можна вирахувати значення ємності через час перехідного процесу:

$$t=500\text{нс}$$

$R=500$ кОм – опір при вимкненому генераторі

$$\tau=t/3=500/3=167\text{ нс}$$

$$C=\tau/R=0,334\text{ пФ}$$

Порівнюючи осцилограми до опромінювання лазером та після, можна зробити висновок, що при опроміненні канал зменшує свій опір

на 4 порядки з 10^8 Ом/м до 10^4 Ом/м. При цьому спостерігається зміна функції з диференціюючої на інтегруючу, що може бути пояснено фотоємнісним ефектом в кристалах CdS/CdTe.

Окрім того з осцилограм видно, що кристал можна використовувати у якості диференціатора чи інтегратора, параметрами якого можна керувати за допомогою зміни параметрів освітлення.