



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **62707** (13) **U**
(51) МПК (2011.01)
H01L 33/00
H01L 21/04 (2006.01)
H01L 51/00
H05B 33/22 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ОПТРОН НА ОСНОВІ КВАНТОВИХ ТОЧОК ТЕЛУРИДУ КАДМІЮ

1

2

(21) u201101768

(22) 15.02.2011

(24) 12.09.2011

(46) 12.09.2011, Бюл.№ 17, 2011 р.

(72) БУДЗУЛЯК СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ, КОРБУТЯК
ДМИТРО ВАСИЛЬОВИЧ, КАЛИТЧУК СЕРГІЙ МИ-
ХАЙЛОВИЧ, ДЕМЧИНА ЛЮБОМИР АНДРІЙОВИЧ,
ЄРМАКОВ ВАЛЕРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, ЩЕРБАК
ЛАРИСА ПАВЛІВНА, ХАЛАНКА ЮРІЙ БОГДАНО-
ВИЧ

(73) ІНСТИТУТ ФІЗИКИ НАПІВПРОВІДНИКІВ ІМ.
В.Є. ЛАШКАРЬОВА НАН УКРАЇНИ

(57) Оптрон, який складається з фотоприймача та світловипромінюючого пристрою, який **відрізняється** тим, що фотоприймачем є гетерофотоелемент, виготовлений із шаруватих напівпровідників GaSe та InSe, а світловипромінюючий пристрій виконаний у вигляді електролюмінесцентної багатошарової полімерної матриці з квантовими точками телуриду кадмію, яка нанесена на поверхню GaSe.

Корисна модель відноситься до технології виготовлення напівпровідникових приладів, а саме до технології виготовлення напівпровідникових малогабаритних світловипромінюючих та світлоперетворюючих пристроїв.

Загальна структурна схема оптрона складається із джерела випромінювання (ДВ) і фотоприймача (ФП). ДВ створює випромінювання, яке реєструється та перетворюється в електричний сигнал ФП.

Відомі різноманітні оптрони, ДВ яких складаються з світловипромінюючого діода, електролюмінесцентного порошкового чи плівкового випромінювача, або напівпровідникового лазера. Звичайно для виготовлення оптрона застосовують випромінюючий світлодіод, а в якості другого елемента оптопар - фотоприймача - використовують фоторезистор, фотодіод, біполярний фототранзистор, одноперехідний фототранзистор або фототиристор. Випромінюючий та фотоприймаючий елементи оптопар поміщають у спільний корпус [1] (аналоги). У випромінювачі енергія електричного сигналу перетворюється у світлову, а у фотоприймачі, навпаки - світловий сигнал викликає електричний відгук. Між випромінювачем та фотоприймачем є оптичний зв'язок, який забезпечує електричну ізоляцію між входом та виходом.

Таким чином в електричному колі такий прилад виконує функцію елемента зв'язку, в якому одночасно здійснена електрична (гальванічна) розв'язка входу та виходу. Найбільш близьким до запропонованого є оптрон, який складається з плівкового випромінювача (світлодіода) на основі CdS та кремнієвого фотодіода (найближчий аналог) [1]. Світловипромінювач виготовляють хімічним способом шляхом нанесення плівки CdS на підкладку, а фотоприймачем служить стандартний кремнієвий фотодіод. Світловипромінювач та фотоприймач розміщуються в одному корпусі. Проте, використання таких оптронів (як аналогів, так і прототипу) є дещо обмеженим через невеликий діапазон робочих температур (-20 - +30 °C) у зв'язку з тим, що максимум фоточутливості стандартного вузькосмугового Si-фотоелемента значно зміщується при зміні температури і виникає неузгодженість енергетичного максимуму чутливості фотоприймача з максимумом випромінювання світлодіода. До інших недоліків таких оптронів слід віднести наступні:

- в зв'язку з необхідністю одночасного живлення ДВ та ФП споживається значна потужність;
- підвищена чутливість параметрів і характеристик до перепадів температури та дії проникаючої радіації.

(19) **UA** (11) **62707** (13) **U**

Задачею корисної моделі є виготовлення оптрона, який має більшу деградаційну стійкість до дії проникаючої радіації, є придатним для використання в більш широкому діапазоні температур і споживає меншу потужність для живлення.

Вказана задача вирішується завдяки тому, що оптрон, який складається з фотоприймача та світловипромінюючого пристрою, відрізняється тим, що фотоприймачем є гетерофотоелемент, виготовлений із шаруватих напівпровідників GaSe та InSe, а світловипромінюючий пристрій виконаний у вигляді багатшарової полімерної матриці з квантовими точками телуриду кадмію, яка нанесена на поверхню GaSe.

На фіг. 1 представлено схематичне зображення запропонованого оптрону, який виконано з світловипромінюючої комірки на основі квантових точок CdTe та гетерофотоелемента з шаруватих монокристалів n-InSe та p-GaSe: 1 - алюмінієвий електрод до ДВ, 2 - квантові точки CdTe у полімерній матриці, 3 - поліетиленімін, 4 - OIO - електрод до ДВ, 5 - скляна підкладка, 6 - GaSe, 7 - InSe, 8 - електроди до ФП. Електрод OIO покривався шаром поліетиленіміну для покращення інжекції дірок у активну область світловипромінюючого пристрою. Збільшення кількості шарів полімер /КТ CdTe приводить до збільшення інтенсивності випромінювання. Дослідження показали, що найбільш оптимальним є використання 25-30 шарів.

Оптрон працює наступним чином: на світловипромінюючий пристрій подається електричний сигнал, що приводить до виникнення електролюмінесценції, яка релаксується гетерофотоелементом і знову ж таки перетворюється в електричний сигнал, тобто оптрон виконує функцію елемента зв'язку, в якому одночасно здійснена електрична (гальванічна) розв'язка входу та виходу.

Слід відмітити, що колір випромінюваного світла визначається наперед заданими розмірами квантових точок і може бути як монохроматичним, так і білим.

Проведені експерименти показали, що запропонований оптрон надійно працює у широкому діапазоні температур (-100-+100 °C) тому, що використання широкопasmового гетерофотоелемента на основі шаруватих напівпровідників n-InSe-p-GaSe не приводить до неузгодженості при зміні температури у чутливості фотоприймача з максимумом випромінювання електролюмінесцентного світловипромінюючого пристрою на основі квантових точок телуриду кадмію. Такий оптрон практично не втрачає своїх властивостей при дії великих доз проникаючої радіації (до 10^6 рад) тому, що шаруваті напівпровідники, з яких виготовлено гетерофотоелемент, завдяки високій планарній рухливості дефектів володіють ефектом "самозаліковування".

Приклад виготовлення оптрону

В пристрої, що заявляється в якості фотоприймача був використаний високочутливий радіаційностійкий широкопasmовий гетерофотоелемент, виготовлений на основі шаруватих монокристалів n-InSe та p-GaSe [2]. Гетерофотоелемент виготовлявся наступним чином:

Вихідний монокристалічний злиток шаруватого напівпровідника розрізали алмазною пилою перпендикулярно до шарів на шайби товщиною 5×10 мм². Шляхом сколу за допомогою леза виготовлялась пластина з плоскопаралельними гранями товщиною 1 мм і розмірами поверхні 5×10 мм². Через маску із дзеркальної фольги, яка мала отвір діаметром 0,2 мм монокристалічна пластина опромінювалась одиночним імпульсом лазера ГОС-301. Густина потоку випромінювання підбиралась так, щоб в заданому місці нанесення контакту утворилася видима дефектна ділянка. На цю ділянку з водного розчину CuSO₄ осаджувалась мідь методом витіснення її з розчину голкою з індію. Після витримки зразків протягом 15 діб при кімнатній температурі для забезпечення повної дифузії міді вглиб дефектів, утворених лазерним випромінюванням, проводилось виготовлення гетерофотопереходу n-InSe-p-GaSe. Однією площиною сколу отримані заготовки закріплювались на предметному столику мікроскопу МБС-9. Від верхньої площини сколу за допомогою леза та липкої стрічки відшаровувалась монокристалічна пластина InSe, товщиною приблизно 200 мкм, і плівка GaSe, товщиною приблизно 5 мкм. Вільна монокристалічна плівка GaSe закріплювалась на підкладці з InSe і механічно притискувалась до неї, тобто створювався прямий оптичний контакт "монокристалічна плівка p-GaSe - підкладка (n-InSe)". Після виготовлення гетерофотопереходу до мідних контактів припаювались електроди. Потім на скляній підкладці проводилось створення електролюмінесцентного світловипромінюючого пристрою методом послідовної пошарової адсорбції протилежно заряджених компонент на поверхні субстрату.

Для синтезу КТ CdTe у колоїдному розчині використовувались реактиви: Cd(ClO₄)₂·6H₂O "х.ч.", тіогліколева кислота 98+% "Aldrich"; 0,1 М NaOH "ч."; 0,1 М розчин HCl "ч."; телур марки ТВ-4; деіонізована вода з питомим опором 18 МОм.

Для виготовлення шарів плівок ПДДА з КТ CdTe використовували колоїдний розчин КТ CdTe та 2 % розчин ПДДА при pH = 6,4. Виготовлення плівок ПДДА з КТ CdTe проводилось шляхом послідовного занурення в розчин ПДДА скляної підкладки з нанесеним електродом OIO (окис-індію) на 5 хв., промивкою в деіонізованій воді 3 хв. і витриманням в синтезованому колоїдному розчині КТ 10 хв. з подальшою промивкою в деіонізованій воді 3 хв. Після цього цикл повторювався для нанесення 30 шарів плівок. На верхній шар наносився А1-електрод і світловипромінюючий пристрій на скляній підкладці наносився на поверхню GaSe та поміщався у спільний корпус.

Запропонована модель дає змогу також зменшити споживану потужність у зв'язку з тим, що гетерофотоелемент не потребує живлення, а електролюмінесцентний світловипромінювач на квантових точках споживає дуже мало енергії.

Джерела інформації:

1. В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. Полупроводниковые приборы, М.: "Высшая школа" (с.398), 1987, 478 с..

2. Бобицкий Я.В., Вознюк Е.Ф., Демчина Л.А., Ермаков В.М., Коломеец В.В., Корбутяк Д.В., Литовченко В.Г. Способ изготовления гетероперехо-

да на основе слоистого полупроводника. Патент Российской Федерации № 2119210 от 20 сентября 1995 г.

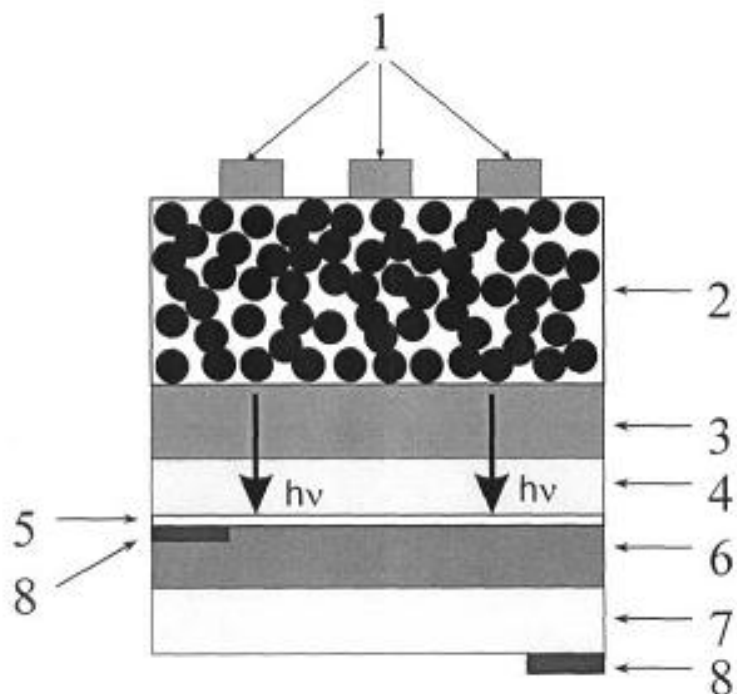


Fig. 1