



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108170** (13) **U**

(51) МПК (2016.01)

**H01L 31/00**

**H01L 33/44** (2010.01)

**G02B 1/10** (2015.01)

**G02B 1/115** (2015.01)

**G02B 6/00**

**G02B 27/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

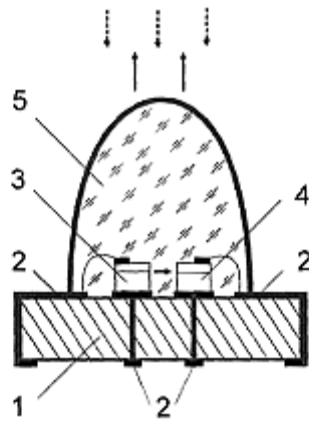
(21) Номер заявки: <b>u 2015 12104</b>	(72) Винахідник(и): <b>Кабацій Василь Миколайович (UA), Блецкан Дмитро Іванович (UA), Щербан Тетяна Дмитрівна (UA), Питьовка Оксана Юріївна (UA), Максютова Олена Володимирівна (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>07.12.2015</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>11.07.2016</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>11.07.2016, Бюл.№ 13</b>	(73) Власник(и): <b>МУКАЧІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,</b> вул. Ужгородська, 26, м. Мукачево, Закарпатська обл., 89600 (UA)

## (54) ОПТОЕЛЕКТРОННА ПАРА

### (57) Реферат:

Оптоелектронна пара містить на одній підкладці випромінюючі та приймаючі світлове випромінювання активні елементи, що оптично з'єднані за допомогою ізолюючого покриття. Оптичне покриття утворене щонайменше з одного шару, отриманого з матеріалу халькогенідного склоподібного напівпровідника на основі багатокомпонентних систем, які містять Ge, Pb, Ga, As, Sb, S, Se взятих у відповідних співвідношеннях. Форма зовнішнього шару покриття виконана у вигляді напівсфери або параболічної поверхні обертання, кожен наступний шар оптичного покриття утворений із матеріалу, який має меншу температуру розм'якшення та показник заломлення, а щонайменше один випромінюючий та приймаючий світлове випромінювання активні елементи виконані з можливістю працювати на одній або різних довжинах хвиль в максимумі випромінювання та чутливості.

UA 108170 U



Фиг. 2

Корисна модель належить до радіоелектроніки та напівпровідникової оптоелектроніки, безпосередньо до випромінювачів та приймачів випромінювання, які працюють в оптичному діапазоні спектра. Такі світлочутливі пристрої широко використовуються в телекомунікації, безконтактних ключових елементах у схемах автоматики, системах спостереження та багатofункціональних приладах напівпровідникової фотоніки.

Загально відомо, що оптоелектронна пара є електронним пристроєм, який складається із активних елементів (АЕ) - джерела світлового випромінювання (світлодіод, електролюмінесцентний випромінювач або напівпровідниковий лазер) і фотоприймача (фототранзистор, фотодіод, фототиристор або фоторезистор), що об'єднані в одному корпусі та можуть бути оптично з'єднані за допомогою ізолюючого покриття. Ефективність роботи такої оптоелектронної пари залежить від світлотехнічних параметрів джерела світлового випромінювання та фотоприймача, а також від матеріалу та форми ізолюючого покриття, крізь яке проходять оптичні сигнали.

Найбільш перспективними і технологічними ізоляційними матеріалами для оптичного з'єднання АЕ, що працюють в області спектра оптичного діапазону, є полімерні компаунди і склоподібні халькогенідні стекла (ХС), які прозорі в широкій області спектра оптичного діапазону із заданим показником заломлення та мають великий питомий опір. Крім того вони забезпечують хорошу адгезію до матеріалу АЕ та корпусу, узгоджуються з їх коефіцієнтами термічного розширення і технологічні у виготовленні.

Відома оптопара з відкритим оптичним каналом [1], що містить керований напівпровідниковий випромінювач світла та фотоприймач випромінювання, які оптично з'єднані один з одним, фотоприймач містить фотоконденсатор з світлочутливим шаром, який змінює свою діелектричну проникність під дією оптичного опромінювання. Технічним результатом даної оптопари є малогабаритність, простота конструкції та її швидкодія.

Недоліком використання такої оптопари є відсутність оптичного з'єднання за допомогою ізолюючого покриття, що зменшує ефективність передачі й приймання АЕ оптичних сигналів, можливості працювати на різних довжинах хвиль в максимумі випромінювання і чутливості АЕ та відсутність механічного захисту.

Відомий напівпровідниковий фотопристрій [2], що містить світловипромінюючий елемент або фотоприймач, які захищені герметиком. Захист фотопристрою, при роботі у середовищі з підвищеною вологістю, здійснюється за допомогою нанесення на герметик з'єднань кремнію, які містять угруповання кілець сілсесквіосана за формулою  $(AR_1R_2SiOSiO_{1.5})_n(BR_3R_4SiOSiO_{1.5})_p(HOSiO_{1.5})_{m-n-p}$ , (у формулі А є гідролізною групою; В є заміщений або не заміщений алкіл або водень; кожен із  $R_1, R_2, R_3$  і  $R_4$  незалежно метил або феніл;  $m$  є число, вибране з чисел 6, 8, 10 і 12;  $n$  є цілим числом від 2 до  $m$ ;  $p$  є цілим числом від 0 до  $m-n$ ), або одержаних шляхом часткового гідролізу вказаного з'єднання. Підвищений рівень освітленості фотоприймача або збільшення зовнішнього квантового виходу світловипромінюючого елемента отримується за рахунок фокусуючої дії напівсферичної форми й матеріалу покриття, при одночасному забезпеченні механічного захисту.

Недоліком використання такого напівпровідникового фотопристрою є наявність складних технологічних циклів одержання оптичного покриття, можливості працювати на різних довжинах хвиль в максимумі випромінювання і чутливості фотоприймача, внаслідок сильного поглинання матеріалом покриття випромінювання в середній інфрачервоній області спектра.

Відомий багатоканальний оптрон з кількома оптичними передавачами та/або приймачами [3], який взятий як найближчий аналог, що містить керуючу оправу із щонайменше однією світлонаправляючою порожниною з можливістю визначення форми і заповнену прозорим герметиком, всередині якої на підкладці розміщені оптичні передавачі та приймачі. Прозорий герметик у рідкій формі вводиться в порожнину заданої форми та затвердіває. Оптично направляюча порожнина оправы може бути одержана у формі відбиваючої поверхні або мікрооптики, яка сформована на ній. Керуюча оправа може мати одну порожнину, яка охоплює всі розміщені на поверхні оптичні передавачі або приймачі або кілька порожнин, всередині кожної з яких розміщені на поверхні пари - передавач і приймач. Технічним результатом використання такого оптрона є підвищення ефективності роботи оптопар та одержання однакових світлотехнічних параметрів наявних на підкладці оптопар за рахунок одержання однакових по формі світлонаправляючих поверхонь.

Недоліком використання такого оптрона є наявність кількох різних за складністю технологічних циклів, що ускладнює конструкцію, можливості працювати на різних довжинах хвиль в максимумі випромінювання і чутливості фотоприймача та роботи з різними оптичними випромінювачами і/або оптичними приймачами, що знаходяться поза оптопарою.

В основу корисної моделі поставлена задача розширити область використання оптоелектронної пари, підвищити ефективність її роботи та спростити конструкцію.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що оптоелектронна пара містить на підкладці електричні провідники, випромінюючі та приймаючі світлове випромінювання АЕ, що оптично з'єднані за допомогою ізолюючого та прозорого до світлового випромінювання покриття, яке утворене щонайменше з одного шару, отриманого з матеріалу халькогенідного склоподібного напівпровідника на основі багатокомпонентних систем, які містять Ge, Pb, Ga, As, Sb, S, Se взятих у відповідних співвідношеннях, причому форма зовнішнього шару покриття виконана у вигляді напівсфери або параболічної поверхні обертання, кожен наступний шар оптичного покриття утворений із матеріалу, який має меншу температуру розм'якшення та показник заломлення, а щонайменше один випромінюючий та приймаючий світлове випромінювання активні елементи виконані з можливістю працювати на одній або різних довжинах хвиль в максимумі випромінювання та чутливості.

Розширення галузі використання оптоелектронної пари відбувається за рахунок того, що оптичне покриття утворене щонайменше з одного шару, причому форма зовнішнього шару покриття виконана у вигляді напівсфери або параболічної поверхні обертання та знаходиться в безпосередньому контакті з випромінюючими та приймаючими світлове випромінювання АЕ. Завдяки такій формі оптичного покриття відбувається ефективне використання бокового випромінювання випромінюючих АЕ та фокусуєної дії для потоків випромінюючих АЕ вздовж оптичної осі оптоелектронної пари (фіг. 1) або від зовнішнього джерела. Розміщення щонайменше одного випромінюючого та приймаючого світлове випромінювання АЕ всередині оптичного покриття, утвореного з шарів із різних за хімічним складом запропонованих халькогенідних склоподібних напівпровідників, і можливість працювати на одній або різних довжинах хвиль в максимумі випромінювання та чутливості дозволяє використати запропоновану оптоелектронну пару як керовані дискретні елементи і оптичні сенсори в середній ІЧ-області спектра, що також значно розширює область її використання.

Ефективність роботи оптоелектронної пари, особливо в середній ІЧ-області спектра, забезпечується використанням матеріалів для утворення шарів оптичного покриття із халькогенідних склоподібних напівпровідників на основі багатокомпонентних систем, які містять Ge, Pb, Ga, As, Sb, S, Se взятих у відповідних співвідношеннях. Такі матеріали дозволяють суттєво зміщувати область своєї прозорості при малому коефіцієнті поглинання за рахунок зміни хімічного складу та вирішувати проблему узгодження показника заломлення покриття ( $n=2,1-2,9$ ) з показником заломлення матеріалу ( $n=3,3-3,6$ ) для різних типів випромінюючих і приймаючих світлове випромінювання АЕ, що призводить до ефекту просвітлення при одночасному їх механічному захисті.

Промислове використання даної корисної моделі не вимагає значних затрат внаслідок того, що АЕ та корпуси, в яких розміщені АЕ, випускаються промисловістю. Планарне розміщення АЕ та нанесення шарів оптичного покриття таким чином, що кожен наступний шар оптичного покриття утворений із матеріалу, який має меншу температуру розм'якшення та показник заломлення дозволяє отримати оптоелектронну пару за один технологічний цикл, а матеріали для них технологічні у виготовленні. Технічні рішення, які використовуються у даній оптоелектронній парі, спрощують її конструкцію.

Перераховані вище нові ознаки дозволяють суттєво розширити область використання оптоелектронної пари, підвищити ефективність її роботи та спростити конструкцію.

На фіг. 1 наведено діаграми направленості випромінюючого та чутливості приймаючого світлове випромінювання АЕ вздовж оптичної осі оптоелектронної пари: ДН-1 - діаграма направленості випромінюючого АЕ без оптичного покриття; ДН-2 - діаграма направленості випромінюючого АЕ з оптичним покриттям; ДЧ - діаграма чутливості приймаючого світлове випромінювання АЕ з оптичним покриттям.

На фіг. 2 схематично наведено конструкцію оптоелектронної пари з шаром покриття, який оптично з'єднує випромінюючий та приймаючий світлове випромінювання АЕ.

На підкладці 1 розміщені електричні 2 провідники, випромінюючий 3 АЕ та приймаючий 4 світлове випромінювання АЕ, які оптично з'єднані шаром 5 покриття у формі напівсфери або параболічної поверхні обертання. Випромінюючий 3 АЕ та приймаючий 4 світлове випромінювання АЕ виконані з можливістю працювати на одній або різних довжинах хвиль в максимумі випромінювання та чутливості.

На фіг. 3 схематично наведено конструкцію оптоелектронної пари з двома шарами покриття, які оптично з'єднують випромінюючий та приймаючий світлове випромінювання АЕ.

Шари 5 і 6 оптичного покриття утворені з різних за хімічним складом халькогенідних склоподібних напівпровідників на основі багатокомпонентних систем, які містять Ge, Pb, Ga, As, Sb, S, Se, взятих у відповідних співвідношеннях.

Оптоелектронна пара працює наступним чином.

Випромінюючий 3 АЕ, при проходженні крізь нього електричного струму, генерує в оптично прозорий шар 5 покриття світлове випромінювання з діаграмою направленості ДН-1 (фіг. 1). За рахунок відбивання світлового потоку, що попадає на границю поділу шар 5 покриття - повітря під кутом меншим деякого критичного кута падіння для даного оптичного середовища, утворюється частина світлового потоку, яка поглинається приймаючим 4 світлове випромінювання АЕ. Інша частина світлового потоку, завдяки шару 5 покриття, виконаного у формі напівсфери або параболічної поверхні обертання, фокусується вздовж оптичної осі оптоелектронної пари та випромінюється за його межі, утворюючи діаграму направленості ДН-2. Внаслідок поглинання потоку випромінювання приймаючим 4 світлове випромінювання АЕ в ньому генеруються нерівноважні електронно-діркові пари. В залежності від типу приймаючого 4 світлове випромінювання АЕ на його електричних контактах виникає фото е.р.с, або під дією електричного поля, прикладеного до його контактів 2, виникає фотострум. Завдяки цьому в електричному колі формується електричний струм. Діаграма чутливості (ДЧ) приймаючого 4 світлове випромінювання АЕ у складі оптоелектронної пари наведена на фіг. 1. Завдяки запропонованій формі шарів оптичного покриття приймаючий 4 світлове випромінювання АЕ може приймати також світлове випромінювання, що утворене іншими джерелами випромінювання за межами оптоелектронної пари. Випромінюючий 3 та приймаючий 4 світлове випромінювання АЕ виконані з можливістю працювати на одній або різних довжинах хвиль в максимумі випромінювання та чутливості з однаковою або різною періодичністю та тривалістю часу.

Випадок 1. Випромінюючий 3 та приймаючий 4 світлове випромінювання АЕ розміщені симетрично відносно оптичної осі оптоелектронної пари й працюють на однакових довжинах хвиль в максимумі випромінювання та чутливості з однаковою періодичністю та тривалістю часу. У цьому випадку оптоелектронна пара використовується за функціональним призначенням як оптопара. При роботі АЕ 3 і 4 по чергово оптоелектронна пара використовується як джерело випромінювання або як фотоприймач.

Випадок 2. Випромінюючий 3 та приймаючий 4 світлове випромінювання АЕ розміщені симетрично відносно оптичної осі оптоелектронної пари й працюють на різних довжинах хвиль в максимумі випромінювання та чутливості. При такій роботі АЕ оптоелектронна пара функціонально виконує роль приймача та передатчика оптичної інформації з відкритим каналом зв'язку на різних довжинах хвиль світлового випромінювання з однаковою або різною періодичністю та тривалістю часу. Така робота оптоелектронної пари дозволяє використати її як сучасну елементну базу для оптико електронних сенсорів багатофункціональних пристроїв газового аналізу, що значно розширює область її використання.

Використання щонайменше одного шару покриття, утвореного з матеріалів на основі багатокомпонентних систем, які містять Ge, Pb, Ga, As, Sb, S, Se взятих у відповідних співвідношеннях, і виконаного у формі напівсфери або параболічної поверхні обертання, дозволило підвищити ефективність роботи різних типів випромінюючих 3 АЕ та приймаючих 4 світлове випромінювання АЕ щонайменше в 2,5-4,0 рази по відношенню до дискретних світлодіодів та фотоприймачів, що випускаються промисловістю для роботи в ІЧ-області спектра.

Як випромінюючі 3 АЕ та приймаючі 4 світлове випромінювання АЕ використовувались напівпровідникові гетероструктури з утвореними р-n-переходами GaInAsSb/AlGaAsSb на основі GaSb (область спектра 1,6-2,4 мкм) та InAsSb/InAsSbP на основі InAs (область спектра 2,8-5,0 мкм).

Нанесення шарів оптичного покриття у формі напівсфери або параболічної поверхні обертання, утворених з матеріалів на основі багатокомпонентних систем, які містять Ge, Pb, Ga, As, Sb, S, Se взятих у відповідних співвідношеннях, проводилось по відомій технології описаній в [4].

Одержана оптоелектронна пара є механічно стійкою і зберігає свої параметри після дії на неї вібраційних навантажень в діапазоні частот від 10 до 500 Гц на вібростенді ВЭДС-400А.

Запропонована оптоелектронна пара має розширену область використання, підвищену ефективність роботи та просту конструкцію.

Джерела інформації:

1. Патент України № 81905. Оптопара, МПК H03K 17/18. Оpub. 25.02.2008.

2. Патент WO2009025017. Semiconductor photodevice and transparent optical member, МПК C08L 83/06; H01L 33/56. Опуб. 26.02.2009.

3. Патент US 2011235975. Optocoupler with light guide defining element, МnKG02B6/26, B65D 25/54. Опуб. 12.11.2010.

5 4. Патент України № 89690. Спосіб нанесення оптичного покриття на основі халькогенідних склоподібних сплавів, МПК G02 B 1/10, G03C 1/015. Опуб. 25.02.2010.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 10 Оптиелектронна пара, яка містить на одній підкладці випромінюючі та приймаючі світлове випромінювання активні елементи, що оптично з'єднані за допомогою ізолюючого покриття, яка **відрізняється** тим, що оптичне покриття утворене щонайменше з одного шару, отриманого з матеріалу халькогенідного склоподібного напівпровідника на основі багатокомпонентних систем, які містять Ge, Pb, Ga, As, Sb, S, Se взятих у відповідних співвідношеннях, причому
- 15 форма зовнішнього шару покриття виконана у вигляді напівсфери або параболічної поверхні обертання, кожен наступний шар оптичного покриття утворений із матеріалу, який має меншу температуру розм'якшення та показник заломлення, а щонайменше один випромінюючий та приймаючий світлове випромінювання активні елементи виконані з можливістю працювати на одній або різних довжинах хвиль в максимумі випромінювання та чутливості.

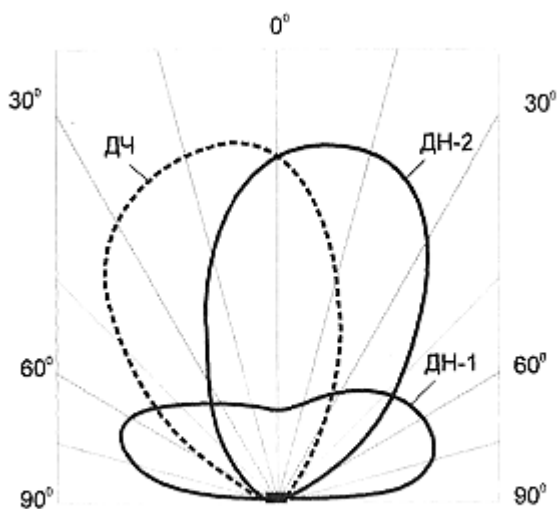
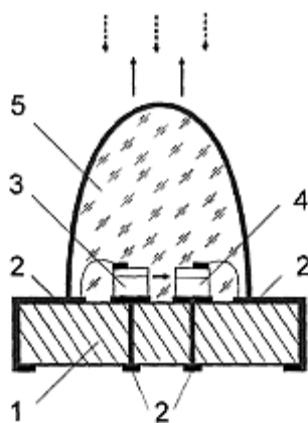
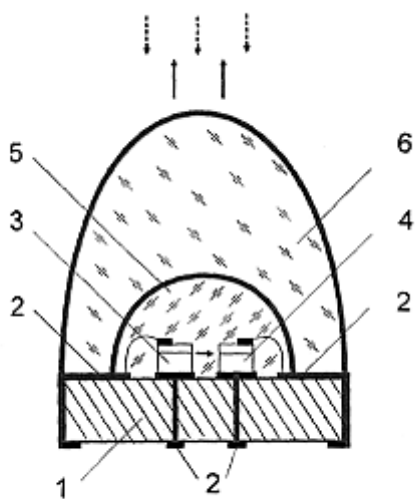


Fig. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

---

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601