



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108169** (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: u 2015 12103	(72) Винахідник(и): Кабацій Василь Миколайович (UA), Блецкан Дмитро Іванович (UA), Щербан Тетяна Дмитрівна (UA), Гоблик Володимир Васильович (UA)
(22) Дата подання заявки: 07.12.2015	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.07.2016	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.07.2016, Бюл.№ 13	(73) Власник(и): МУКАЧІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Ужгородська, 26, м. Мукачево, Закарпатська обл., 89600 (UA)

(54) ОПТОЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ

(57) Реферат:

Оптоелектронний пристрій містить на одній підкладці випромінюючі та приймаючі світлове випромінювання активні елементи, ізолююче покриття. Щонайменше один випромінюючий та/або приймаючий світлове випромінювання активні елементи виконують роль керуючого елемента і знаходяться всередині оптичного 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. При цьому форма зовнішнього шару покриття виконана у вигляді півсфери або параболічної поверхні обертання.

UA 108169 U

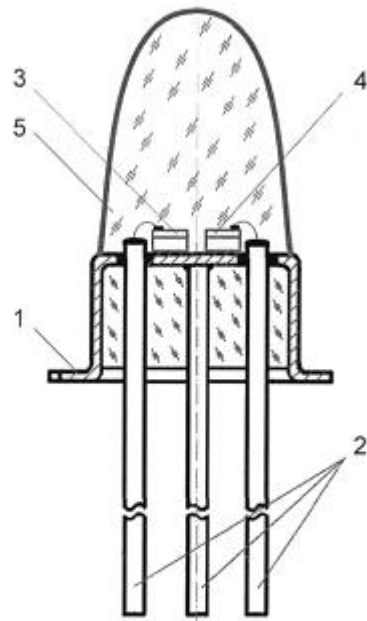


Fig. 1

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 оптопара є електронним пристроєм, який складається із активних елементів (АЕ) - джерела світлового випромінювання (світлодіод, електролюмінісцентний випромінювач або напівпровідниковий лазер) і фотоприймача (фототранзистор, фотодіод, фототиристор або фоторезистор), об'єднаних в одному корпусі та можуть бути оптично з'єднані за допомогою ізолюючого покриття. Ефективність роботи такої оптопари 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; і 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 прототип, 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 оптоелектронного пристрою, підвищити ефективність його роботи та спростити конструкцію.

Поставлена задача вирішується тим, що оптоелектронний пристрій містить на одній підкладці випромінюючі та приймаючі світлове випромінювання активні елементи, що оптично з'єднані за допомогою ізолюючого покриття, згідно з корисною моделлю, щонайменше один випромінюючий та/або приймаючий світлове випромінювання активні елементи виконують роль керуючого елемента і знаходяться всередині оптичного покриття, яке утворене щонайменше з одного шару отриманого з матеріалу халькогенідного склоподібного напівпровідника на основі багатокomпонентних систем, які містять Ge, Pb, Ga, As, Sb, S, Se взятих у відповідних співвідношеннях, причому форма зовнішнього шару покриття виконана у вигляді півсфери або параболічної поверхні обертання.

Розширення області використання оптоелектронного пристрою відбувається за рахунок того, що оптичне покриття, утворене щонайменше з одного шару, виконаного у формі півсфери 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 фокусує дії для потоків випромінюючих АЕ вздовж оптичної осі оптоелектронного пристрою або від зовнішнього джерела. Розміщення щонайменше одного випромінюючого або приймаючого світлове випромінювання АЕ на оптичній осі пристрою дозволило використати інший приймаючий або випромінюючий АЕ як елемент керування оптоелектронного пристрою.

Ефективність роботи оптоелектронного пристрою забезпечується використанням матеріалів для утворення шарів оптичного покриття із халькогенідних склоподібних напівпровідників на основі багатокomпонентних 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 великих затрат внаслідок того, що АЕ та корпуси (ТО-18, ТО-5, ТО-8), в яких розміщені АЕ, випускаються промисловістю, планарне розміщення АЕ та нанесення шарів оптичного покриття відбувається в одному технологічному циклі, а матеріали для них технологічні у виготовленні. Суттєві ознаки, які використовуються у даному оптоелектронному пристрої, спрощують його конструкцію.

Перераховані вище нові ознаки дозволяють суттєво розширити область використання оптоелектронного пристрою, підвищити ефективність його роботи та спростити конструкцію.

На фіг. 1 наведено конструкцію оптоелектронного пристрою на основі поширеного в напівпровідниковій промисловості корпусу ТО-18.

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 півсфери 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 з однаковою або різною періодичністю та тривалістю часу. При використанні більшої кількості випромінюючих 3 АЕ та/або приймаючих 4 світлове випромінювання АЕ застосовуються корпуси ТО-5 або ТО-8.

На фіг. 2 наведено конструкцію оптоелектронного пристрою з двома шарами оптичного покриття.

Шари 5 і 6 оптичного покриття утворені з різних за хімічним складом матеріалів, мають різну температуру розм'якшення та показник заломлення.

Оптоелектронний пристрій працює наступним чином.

Випромінюючий 3 АЕ, при проходженні крізь нього електричного струму, генерує в оптично прозорий шар 5 покриття світлове випромінювання. 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 півсфери або параболічної поверхні обертання, фокусується вздовж оптичної осі пристрою та випромінюється за його межі. 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. Завдяки запропонованій формі шарів оптичного покриття, приймаючий 4 світлове випромінювання АЕ може приймати також світлове

випромінювання, що утворене іншими джерелами випромінювання за межами оптоелектронного пристрою. 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.

5 Випадок 1. Випромінюючий 3 АЕ розміщений на оптичній осі пристрою, а приймаючий 4 світлове випромінювання АЕ на заданій відстані від нього й працюють на однакових довжинах хвиль в максимумі випромінювання та чутливості. У цьому випадку оптоелектронний пристрій функціонально виконує роль джерела випромінювання, а приймаючий 4 світлове випромінювання АЕ виконує роль керуючого елемента. Керування роботою випромінюючого 3 АЕ в залежності від умов навколишнього середовища та його внутрішнього стану відбувається за рахунок зміни величини струму, що проходить через нього в залежності від величини світлового потоку, який знаходиться у шарі 5 покриття й поглинається приймаючим 4 світлове випромінювання АЕ. За період роботи випромінюючого 3 АЕ приймаючий 4 світлове випромінювання АЕ має можливість працювати з різною періодичністю та тривалістю часу, що забезпечує високу стабільність утвореного потоку світлового випромінювання, надійність та енергоефективність.

Випадок 2. Приймаючий 4 світлове випромінювання АЕ розміщений на оптичній осі пристрою, а випромінюючий 3 АЕ на заданій відстані від нього й працюють на однакових довжинах хвиль в максимумі випромінювання та чутливості. У цьому випадку оптоелектронний пристрій функціонально виконує роль фотоприймача, а випромінюючий 3 АЕ виконує роль керуючого елемента. Керування роботою приймаючого 4 світлове випромінювання АЕ відбувається за рахунок контролю його чутливості при попаданні на нього заданої величини світлового потоку, що надходить крізь шар 5 покриття від випромінюючого 3 АЕ. У певний момент часу АЕ працюють разом із однаковою періодичністю та тривалістю часу, що забезпечує високу стабільність чутливості приймаючого 4 світлове випромінювання АЕ, надійність та енергоефективність.

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 півсфери 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 разу відносно 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-п-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 півсфери 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]. Одержаний оптоелектронний пристрій є механічно стійким і зберігає свої параметри після дії на нього вібраційних навантажень в діапазоні частот від 10 до 500 Гц на вібростенді ВЭДС-400А.

Запропонований оптоелектронний пристрій має розширену область використання, підвищену ефективність роботи та просту конструкцію.

45 Джерела інформації:

[1] Патент України № 81905. Оптопара, МПК H03K 17/18. Опуб. 25.02.2008.

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

50 [3] Патент US 2011235975. Optocoupler with light guide defining element, МПК G02B 6/26, B65D 25/54. Опуб. 12.11.2010.

[4] Патент України № 89690. Спосіб нанесення оптичного покриття на основі халькогенідних склоподібних сплавів, МПК G02 B 1/10, G03 C 1/015. Опуб. 25.02.2010.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

55

Оптоелектронний пристрій, що містить на одній підкладці випромінюючі та приймаючі світлове випромінювання активні елементи, що оптично з'єднані за допомогою ізолюючого покриття, який **відрізняється** тим, що щонайменше один випромінюючий та/або приймаючий світлове випромінювання активні елементи виконують роль керуючого елемента і знаходяться всередині оптичного покриття, яке утворене щонайменше з одного шару, отриманого з матеріалу

60

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 півсфери або параболічної поверхні обертання.

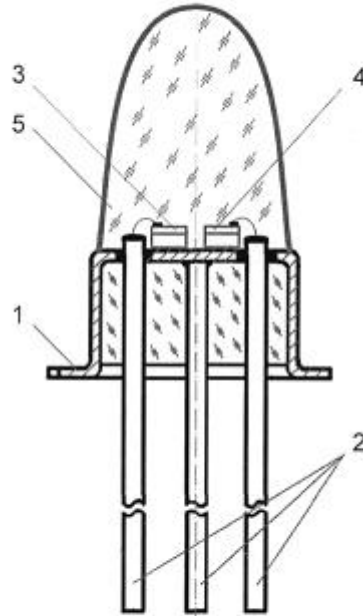


Fig. 1

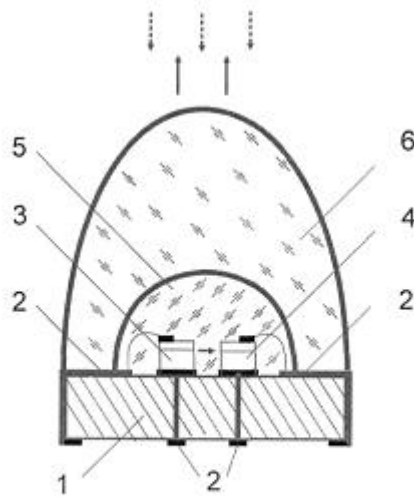


Fig. 2

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