



УКРАЇНА

(19) UA (11) 85367 (13) C2
(51) МПК (2009)
H01G 9/20

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ФОТОЧУТЛИВИЙ ПРИСТРІЙ

1

(21) 2004032273
(22) 29.03.2004
(24) 26.01.2009
(46) 26.01.2009, Бюл.№ 2, 2009 р.
(72) БАЧЕРІКОВ ЮРІЙ ЮРІЙОВИЧ, UA, ХЕЙЛЕН-КО ОЛЬГА ТИХОНІВНА, UA
(73) ІНСТИТУТ ФІЗИКИ НАПІВПРОВІДНИКІВ ІМ. В.Є.ЛАШКАРЬОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, UA
(56) UA 73537 C2, 15.01.2004
UA 39796, 15.06.2001
RU 2018957, 30.08.1994
EP 0582211, 09.02.1994

2

UA 63297, 15.01.2004
RU 93057150, 10.08.1996
RU 1634065, 15.10.1994
WO 03023797, 20.03.2003
US 6291763, 18.09.2001
(57) Фоточутливий пристрій, що містить два електроди, між якими знаходиться світлочутливий шар, який відрізняється тим, що як світлочутливий шар використовують діелектрик чи напівпровідник або суміші цих матеріалів, які змінюють свою діелектричну проникність під дією оптичного випромінювання.

Винахід відноситься до радіоелектроніки, обчислювальної техніки, системам сигналізації, а саме, до фоточутливих пристроїв, принцип дії яких заснований на явищах зв'язаних з поглинанням оптичного випромінювання.

В промисловості відомі широко застосовувані фоточутливі пристрої - фотодіоди під умовною позначкою ФД-2, ФД-3 і т.д. [М. Г. Крутикова, Н.А. Чарыков, В. В. Юдим. Полупроводниковые приборы и основы их проектирования. Москва. Радио и связь. 1983. с.278]

Фотодіод - фотогальванічний приймач випромінювання без внутрішнього підсилення, фоточутливий елемент якого містить структуру напівпровідникового діода.

Фоточутливий елемент фотодіода містить два електроди, один з яких прозорий. Простір між електродами заповнено заданою кількістю іонної солі. Електроди з'єднані провідниками з зовнішньою електричною схемою.

Дія фотодіода заснована на фотогальванічному ефекті - появі струму при включенні фотодіода в електричну схему у результаті розділення фотонів електричним полем ОПЗ р-п переходу. Поглинання квантів оптичного випромінювання в р-п переході супроводжується генерацією електронно-діркових пар.

Фотодіоди - це швидкодіючі пристрої, чуттєві у видимому УФ, ІК областях спектра, довговічні. Основне застосування фотодіоди знаходять в об-

числювальній техніці, в пристроях вводу та виводу інформації, фотометрії, автоматичі і оптоелектроніці.

До їх недоліків відноситься складність конструкції, дороговизна, а також необхідність охолодження їх під час роботи тому, що вони гріються.

Найбільш близьким до технічного рішення, що заявляється, є фоточутливі пристрої - фоторезистори. Це напівпровідникові приймачі випромінювання, що широко застосовуються в промисловості і мають умовну позначку ФСК-П, ФСК-М, СФ і т.д. [М. Г. Крутикова, Н.А. Чарыков, В.В. Юдим. Полупроводниковые приборы и основы их проектирования. Москва. Радио и связь. 1983. с.271].

Чутливий елемент фоторезистора складається з тонкого шару фоточутливого напівпровідникового матеріалу, розташованого на ізолюючій підкладці. З двох сторін фоточутливого елемента розташовані електроди, до яких приєднані електричні контакти. Чуттєвий елемент покритий лаком, оптично прозорим у робочій області спектра.

Принцип дії фоторезистора оснований на ефекті фотопровідності в напівпровіднику, що обумовлений внутрішнім фотоефектом, тобто викликаним поглинанням фотонів, перерозподілом електронів по енергетичних станах, що супроводжується появою нерівноважних носіїв заряду. Надлишкові електронно-діркові пари викликають збільшення електропровідності кристала напівпровідника на величину, яку називають фотопро-

(13) C2

(11) 85367

(19) UA

відністю. Зі збільшенням світового потоку фото-провідності спочатку зростає лінійно, а згодом більш повільно. Уповільнення зв'язано зі зменшенням ефективного часу життя великих концентрацій електронно-діркових пар внаслідок збільшення швидкості їх рекомбінації.

Фоторезистор простий по конструкції і відносно не дорогий, не має потреби в охолодженні, однак він має недостатньо широкий енергетичний діапазон в одному пристрої, недостатня швидкодія, а також недостатню чутливість до світлових потоків з низькою інтенсивністю.

В основу винаходу поставлена задача - створення фоточутливого пристрою, простого і дешевого по конструкції, що був би більш чуттєвий до зміни інтенсивності світлового потоку, у більш широкому діапазоні спектра, що має більшу швидкодію і більшу чутливість до світлових потоків з низькою інтенсивністю.

Поставлена задача вирішується тим, що фоточутливий пристрій містить два електроди, між якими знаходиться світлочутливий шар, а в якості світлочутливого шару використовують діелектрик або напівпровідник, або суміш цих матеріалів, які змінюють свою діелектричну проникність під дією оптичного випромінювання.

Суттєвою перевагою даного винаходу є спрощення конструкції і дешевизна виготовлення. В порівнянні з фоторезистором пристрій має більш високу чутливість до слабких світлових потоків, а також володіє більшою швидкодією.

Для підтвердження даних явищ досліджувалися об'єктами були заявляємий ФЧП по варіанту 1 Фіг.4 і фоторезистор, взятий в якості прототипу.

В якості джерела освітлення використовувалася електрична лампа потужністю 500Вт з матовою поверхнею. Світловий потік регулювався отвором в непрозорій пластинці, яка накладалася на досліджуваній об'єкт. До досліджуваного об'єкту підключався відповідний пристрій.

Сила світлового потоку регулювалася за допомогою світлофільтрів поглинання, що накладалися на пластину з отвором.

Як видно з Фіг.1 ємність заявленого ФЧП різко зростає з незначним збільшенням світлового потоку, що свідчить про високу чутливість ФЧП до слабких потоків висвітлення.

З Фіг.2 видно, що у фоторезисторі сила струму збільшується досить плавно зі зростанням світлового потоку, що свідчить про меншу чутливість фоторезистора.

Для визначення швидкодії ФЧП, що заявляється на досліджуваній об'єкті направлявся пучок світла однакової інтенсивності без світлофільтрів. Як видно з Фіг.3 ФЧП відреагував за час менше однієї секунди на освітлення, показавши максимальне значення ємності на приладі (крива 1).

Фоторезистор же відреагував на таке ж освітлення за 2,5 сек., досягши максимального значення сили струму, зафіксованого приладом (крива 2).

Це пояснюється тим, що у фоторезисторах світлочутливим шаром є напівпровідник, у якого опір змінюється за рахунок появи носіїв внаслідок всередині нього фотоефекту, про що було зазначено в описі принципу дії фоторезистора.

У нашому пристрої світлочутливим шаром є матеріал, що змінює діелектричну проникність під дією падаючого світлового потоку. В першу чергу до таких матеріалів відносяться діелектрики, напівпровідники або їх суміш. Під дією світлового потоку відбувається зміна поляризації світлочутливого шару, що приводить до зміни діелектричної проникності. Ємність пристрою залежить від діелектричної проникності діелектрика, що у свою чергу, залежить від величини світлового потоку.

У випадку, якщо наш пристрій містить світлочутливий шар у вигляді суміші діелектрика і напівпровідника, ефект збільшення чутливості відбувається за рахунок зміни сумарної діелектричної проникності матеріалів всіх компонентів під дією світлового потоку.

Для зміни поляризації матеріалу, тобто зміни електричного дипольного моменту диполів формуючих матеріал, необхідні менші інтенсивності падаючого світлового потоку, в порівнянні з реєструючою концентрацією носіїв зарядів, що виникли внаслідок фотоефекту. Це дозволяє збільшити чутливість до світлових потоків з низькою інтенсивністю.

Таким чином, доведена перевага пропонованої конструкції фоточутливого пристрою перед існуючими аналогічними елементами.

Так як наш пристрій відноситься до конденсаторних пристроїв його можна назвати фотоконденсатором.

Приклади реалізації

Варіант 1. (Фіг.4)

Між двома скляними пластинами 1 з нанесеним прозорим струмопровідним шаром 2 поміщений світлочутливий матеріал 3. До струмопровідних шарів пластин прикріплені контакти 4, до яких підключені провідники, по яких подається до відповідного приладу сигнал зміни ємності при попаданні світла через отвір у непрозорій пластині 5, що обмежує потік світла. Варіант 2. (Фіг.5, 6)

Між двома прозорими органічними плівками з нанесеним прозорим струмопровідним шаром поміщений світлочутливий матеріал. Пакет скручений у рулон, а до контактів 4, що виходять на торці рулону підключені провідники. Освітлення пристрою може відбуватися в будь-якому напрямку.

Варіант 3. (Фіг.7, 8) Конструктивний приклад реалізації варіанта 3 аналогічний варіанту 2. але потік

світла надходить у торець рулону. Це викликано непрозорістю електродів, що входять в конструкцію пристрою.

Варіант 4. (Фіг.9, 10)

В якості електродів фоточутливого пристрою використовуються дві гребінки із ізолюваного металевих дроту, розміщені одна в одній, утворюючи сітку, прозору для випромінювання. Світлочутливий матеріал розміщений в чарунках сітки. До кожної гребінки прикріплені контакти. Пристрій може бути плоским, гнучким чи скрученим в рулон.

Як зразок для виконання експериментальних робіт був виготовлений фоточутливий пристрій по варіанту 1 (Фіг.4).

Між двома скляними пластинами з нанесеними струмопровідними шарами був поміщений сві-

тлочувливий шар діелектрика (касторова олія) і напівпровідника (ZnS) у співвідношенні в.ч. 70:30. До контактних площадок підключалися провідники, що ведуть до приладу LCR E7-13, який вимірює ємність пристрою. Освітлення пристрою відбувалося за допомогою потужної лампи і було спрямо-

вано через отвір у непрозорій пластині, що розміщена на пристрої. За показниками приладу при освітленні пристрою робилися розрахунки і висновки, що підтверджують переваги пропонованого пристрою, що заявляється.



