

Винахід відноситься до області електронної техніки, а більш конкретно - до пристроїв для перемикання станів оптопар за допомогою світлових променів і може бути застосований у виробництві елементів оптоелектроніки.

Відома диференціальна оптопара та спосіб її виготовлення із двох близько розміщених р-п-переходи на одній пластині. Один р-п-перехід є приймачем, а другий - випромінювачем [1]. При опроміненні р-п-переходу приймача світловим пучком із випромінювача проводиться вмикання приймача в електронній схемі.

Однак, такі оптопари мають низьку світлопередачу, що в кінці кінців впливає на характеристики виготовлених елементів.

Відомий також диференціальний біфотоелемент та спосіб його виготовлення із двох близько розміщених р-п-переходи, розділених між собою дуже вузьким дислокаційним шаром шириною порядку 10нм [2]. При зміні положення світлового променя відносно поверхні такого фотоприймача змінюється направлення фотоструму. Фотострум зростає при наближенні світлової точки відносно вузького дислокаційного шару і, досягнувши максимального значення, змінює знак, знову сильно зростаючи. Однак, висока локалізація чутливості (порядку 1мВ/мм при освітленні світловим потоком близько 1000лк) потребує попереднього грубого наведення на мішень, що є недоліком такого біфотоеlementу.

Відома також диференціальна оптопара та спосіб її виготовлення, наприклад, фототиристора, що складається із структури р-п-р-п-типу, та випромінювача [3]. У всій структурі під дією інтегрального світла від випромінювача відбувається генерація пар електрон-дірка, і вони всі однаково ефективно беруть участь у збільшенні від мінімального значення до максимального позитивного значення струму, що протікає через структуру. Однак, зміна значення струму від нульового до максимального позитивного значення не забезпечує ефективність перемикання, оскільки електрони та дірки, які знаходяться поблизу поверхні структури рекомбінують, зменшуючи при цьому чутливість фото тиристора.

Задача винаходу - збільшення чутливості диференціальної оптопари.

Досягнення задачі здійснюється тим, що в оптопарі, що складається по крайній мірі із чотирьох р-п-переходів і випромінювача, випромінювач містить два світлодіоди р-п-типу, один із яких розміщений або закріплений на аноді структури р-п-переходу, а другий - на катоді цієї ж структури.

Випромінювачі виконані у виді монолітної структури, що містить по крайній мірі чотири р-п-переходи, (тобто структуру р-п-р-п-типу), причому один випромінювач виготовлений на аноді структури, а другий - на його катоді.

Випромінювачі можуть бути розташовані на аноді та катоді оптопари.

Спосіб виготовлення диференціальної оптопари заключається в формуванні на структурі р-п-р-п-типу двох світлодіодів р-п-типу, причому один світлодіод встановлюється на одному з зовнішньому електроді р-типу, а другий - на одному ж зовнішньому електроді п-типу.

Керування такою оптопарою проводять шляхом дії на р- або п-перехід монохроматичним світлом від одного із випромінювачів, причому при дії на анод структури р-п-переходу світлом від одного із випромінювачів відбувається наведення фотоерс із знаком "+", а при дії світлом від другого випромінювачу на катод структури р-п-переходу відбувається наведення фотоерс із знаком "-".

Заявлена оптопара та спосіб її виготовлення відрізняється від прототипу тим, що оптопара має три стабільні стани. Один є станом, при якому оптопара (наприклад, у схемі) знаходиться у звичайному, на виході якого відсутній сигнал, другий стан - на виході її є сигнал із додатною фотоерс, що зумовлена дірками, які виникають в структурі, а третій стан - на виході її є сигнал із від'ємною фотоерс, що обумовлена електронами в структурі.

Таким чином, заявлена оптопара та спосіб її виготовлення відповідає критерію "новизна".

Порівняння заявленого технічного рішення з відомим рішенням [3] дозволило виявити технічне рішення, який містить ознаку, яка відрізняє заявлене технічне рішення від відомого тим, що при дії на катодне чи анодне приєднання до структури р-п-переходів монохроматичним світлом від випромінювачів відбувається зміна знаку (інверсія) фотоерс. Такої ж властивості не має технічне рішення [2]. Ця властивість забезпечує заявленому технічному рішенню відповідності критерію "істотні відмінності".

Суть винаходу основана на тому, що диференціальна оптопара згідно способу виготовлена у виді монолітної структури р-п-р-п-типу та двох випромінювачів виготовлені на аноді та катоді структури або структури, що містить два випромінювачі, які розташовані на аноді та катоді. При збудженні монохроматичним світлом від одного із випромінювачів із сторони катодного приєднання до структури р-п-р-п-типу між катодом та анодом виникає фотострум із знаком "-", що обумовлений електронами, а при опроміненні структури із сторони анодного приєднання (тобто до основи) між анодом та катодом виникає струм із знаком "+", що зумовлений дірками, які виникають в структурі. В відомому технічному рішенні [2] зміна знаку фотоерс проводиться скануванням інтегральним (білим) світлом по поверхні біфотоеlementу, причому зміна знаку фотоерс на ньому відбувається на базі біфотоеlementу, що містить зернисту структуру. У технічному рішенні [3] при опроміненні світлом структури р-п-р-п-типу не відбувається зміна знаку інверсії, а тільки керування оптопарою від стану, при якому через структуру не проходить електричний струм, до стану, в якому значення фотоструму досягає тільки додатного знаку.

При проведенні літературних досліджень по науково-технічним джерелам інформації ми не виявили ці нові властивості оптопари, яка складається із чотирьох р-п-переходів та двох випромінювачів.

Суть виявленого нового ефекту полягає в наступному.

При опроміненні світлом із сторони катодного приєднання до структури р-п-р-п-типу, виникає фотострум між катодом та анодом із знаком "-", що обумовлений електронами, а при опроміненні структури із сторони анодного приєднання (тобто до основи) між анодом та катодом виникає струм із знаком "+", що зумовлений дірками, які виникають в структурі р-п-р-п-типу.

На рис. схематично приведена диференціальна оптопара.

Оптопара виготовлена із структури р-п-р-п-типу, де анод 1 приєднаний до р-області, катод 2 приєднаний до п-області, керуючий електрод 3 приєднаний до другої р-області структури. До аноду 1 та катоду 2 прикріплені два світлодіоди 4 та 5 із структурою р-п-типа відповідно.

Оптопара працює таким чином.

Анод 1 оптопари приєднувався до клеми "+" вимірювального вольтметра, а катод 2 - до клеми "-". Управляючий електрод 3 "висів" в повітрі. При опроміненні світлодіодом 4, який закріплений до аноду 1 структури, виникала фотоерс з додатним знаком, а при опроміненні світлодіодом 5, який закріплений до катода 2 структури фотоелемента, значення фотоерс було від'ємним. Вимірювання фотоерс проводилось в фотогальванічному режимі. Керуючий електрод 3 до вимірювальної системи не був приєднаним.

Спосіб виготовлення диференціальної оптопари характеризується прикладами.

Приклад

Диференціальна оптопара виготовлена із структури р-п-р-п-типу на кремнії по відомій технології. Площа оптопари складала $2,4\text{мм}^2$. До р-області структури (анод) виготовлявся р-п-перехід, який являвся випромінювачем, світло від якого направлялося до аноду структури р-п-р-п-типу. Аналогічно до п-області структури (катод) виготовлявся такий же випромінювач, світло від якого направлялося до катода структури р-п-р-п-типу. При опроміненні світлом із випромінювача із сторони катодного приєднання до структури р-п-р-п-типу значення фотоерс було рівним - 75мВ, а при опроміненні світлом другого випромінювача із сторони анодного приєднання структури значення фотоерс було рівним +325мВ.

Приклад 2

Диференціальна оптопара виготовлена із структури р-п-р-п-типу на кремнії по відомій технології. Площа оптопари складала $3,2\text{мм}^2$. До р-області структури (анод) влаштовувався випромінювач із світло діоду типу АЛ 102А, світло від якого направлялося до аноду структури р-п-р-п-типу. Аналогічно до п-області структури (катод) влаштовувався такий же випромінювач, світло від якого направлялося до катода структури р-п-р-п-типу. При опроміненні світлом із випромінювача із сторони катодного приєднання до структури р-п-р-п-типу значення фотоерс було рівним - 82мВ, а при опроміненні світлом другого випромінювача із сторони анодного приєднання структури значення фотоерс було рівним +380мВ.

Приклад 3

Диференціальна оптопара виготовлена із структури р-п-р-п-типу на кремнії по відомій технології. Площа оптопари складала $3,2\text{мм}^2$. До р-області структури (анод) влаштовувався випромінювач із 14 світлодіоду типу АЛ 107Б, світло від якого направлялося до аноду структури р-п-р-п-типу. Аналогічно до п-області структури (катод) влаштовувався такий же випромінювач, світло від якого направлялося до катода структури р-п-р-п-типу. При опроміненні світлом із випромінювача із сторони катодного приєднання до структури р-п-р-п-типу значення фотоерс було рівним - 95мВ, а при опроміненні світлом другого випромінювача із сторони анодного приєднання структури значення фотоерс було рівним +395мВ.

Нами виготовлені диференціальні оптопари із структурою р-п-р-п-типу на кремнії. До р-області виготовленої структури (анод) приєднувалася клема "+" вимірювального вольтметра, а до п-області структури (катод) - клема "-". Далі до катодного та анодного приєднань структури оптопари закріплювались світлодіоди за допомогою епоксидного компаунду. Таким чином, така конструкція приладу забезпечувала можливість проводити як оптичне керування (за допомогою монохроматичного світла), так і за допомогою звичайного способу - електричним сигналом.

Аналогічно була виготовлена диференціальна оптопара із структурою р-п-р-п-типа на GaAs. На катоді та аноді структури по відомій технології виготовлялися п-переходи, які служили в якості світлодіодів.

Технічна ефективність запропонованого способу в тому, що керування диференціальною оптопарою відбувається шляхом збудження монохроматичним світлом катодного або анодного приєднання до структури від чотирьох р-п-переходів. Крім того, керування оптопарою можна проводити за допомогою електричних сигналів.

Літературні джерела:

1. Шарупич Л.С., Тугов Н.М. Оптоелектроника. -Москва: Энергоатомиздат, 1984. -с.238, рис.5.40.
2. Уоллмарк Дж. Новый полупроводниковый фотоэлемент с продольным фотоэффектом // Сб. Полупроводниковые фотоприемники и преобразователи излучения (фотоэлементы, фотодиоды, фототриоды). Пер. под ред. А.И.Фримера и И.И.Таубкина. -М: Мир. 1965. -с.223, рис.4.
3. Гуревич Б.М., Иваненко Н.С. Справочник по электронике для молодого рабочего. -Москва: Высшая школа, 1987. -с.117-118, рис.72.

