

УДК 681.782.473

Зуев В.О., д.ф.-м.н.; Кременецкая Я.А., к.т.н.; Горыня Л.М., к.ф.-м.н.
(Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій)

ОПТРОНЫ НА ОСНОВЕ CdP₂

Зуев В.О., Кременецкая Я.А., Горыня Л.М. Оптроны на основе CdP₂. Розроблена модель оптопары на основі CdP₂. Проведений розрахунок поверхневих фоторезисторів. Досліджені основні характеристики оптопар.
Ключові слова: ОПТОПАРА, ПОВЕРХНЕВИЙ ФОТОРЕЗИСТОР, СВІТЛОВИПРОМІНЮЮЧИЙ ДІОД.

Зуев В.О., Кременецкая Я.А., Горыня Л.М. Оптроны на основе CdP₂. Разработана модель оптопары на основе CdP₂. Проведен расчет поверхностных фоторезисторов. Исследованы основные характеристики оптопар.
Ключевые слова: ОПТОПАРА, ПОВЕРХНОСТНИЙ ФОТОРЕЗИСТОР, СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЙ ДИОД.

Zuev V. O., Kremenetskaya Y. A., Gorynya L. M. Optocouples on the basis of CdP₂. Optocouples are worked out on the basis of CdP₂. The calculation of superficial photoresistors is conducted. Basic descriptions of optocouples are investigational.
Keywords: OPTOCOUPLE, SUPERFICIAL PHOTORESISTOR, LIGHT-EMITTING DIOD.

Введение. В последнее время в различных телекоммуникационных устройствах все шире используется оптопары (оптроны), применяемые для управления электролюминисцентными индикаторами, бесконтактной коммутации, создания гальванической развязки, разработки запоминающих устройств, оптоэлектронных микросхем и т.д. [1].

В качестве материалов для фотоприемной части оптронов в настоящее время используется Si, CdS и CdSe. Представляется актуальным создание оптронов на основе других материалов, превосходящих по ряду параметров отмеченные вещества. Таким материалом, по нашему мнению, являются кристаллы дифосфата кадмия (CdP₂).

Наличие инварианта Лифшица в гамильтониане, который описывает это вещество со структурой «Д₄», обуславливает создание в нем естественной сверхрешетки (СР) [2]. В свою очередь, СР приводит к повышению фоточувствительности этих кристаллов (по сравнению с CdS и CdSe).

На основе CdP₂ была изготовлена фотоприемная часть оптрона, а именно поверхностный фоторезистор. В качестве излучательной части оптрона был использован стандартный светоизлучающий диод АЛ307 КМ, изготовленный на основе твердого раствора галлий – алюминий – мышьяк.

Поверхностный резистор. Структура фоторезистора изображена на рис.1. Исходным материалом является CdP₂ *p*-типа. На кристалл наносится слой CdO с положительным встроенным зарядом. В результате вблизи поверхности дифосфата кадмия образуется инверсионный *n*-слой. Анализ поверхностной фотопроводимости σ_{ϕ}^s был проведен на основе численного решения системы уравнений непрерывности и Пуассона:

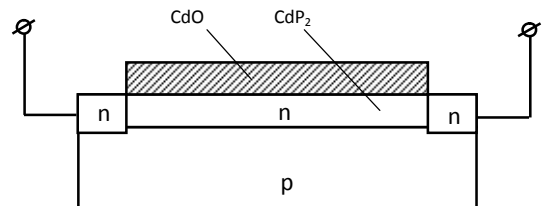


Рис.1. Структура поверхностного фоторезистора

$$\frac{d}{dx} \left[D_p \frac{d(\Delta p(x))}{dx} - \mu_p E_0(x) \Delta p(x) - \mu_p p_0 \Delta E(x) \right] - \frac{\Delta p(x)}{\tau_p(x)} = -g(x) \quad (1)$$

$$\frac{d}{dx} \left[D_n \frac{d(\Delta n(x))}{dx} + \mu_n E_0(x) \Delta n(x) + \mu_n n_0 \Delta E(x) \right] - \frac{\Delta p(x)}{\tau_p(x)} = -g(x) \quad (2)$$

$$\frac{d(\Delta E)}{dx} = \frac{4\pi e}{\epsilon} [\gamma \Delta p(x) - \Delta n(x)] \quad (3)$$

В (1)...(3) D_n , D_p , μ_p – коэффициенты диффузии и подвижности электронов и дырок, соответственно; E_0 , ΔE – напряженность электрического поля в темноте и его добавка при

освещении; $p_0, n_0, \Delta n, \Delta p$ – объемные темновые концентрации дырок и электронов и их световые добавки; τ_p – объемное время жизни неосновных носителей заряда; e – заряд электрона; диэлектрическая проницаемость; γ – степень квазиполяриности полупроводника; $g(x) = \beta k(1 - R_0)I_0 e^{-kx}$. где β – квантовый выход, R_0 – коэффициент отражения, I_0 – интенсивность света, k – коэффициент поглощения.

Граничные условия задачи ($x = 0$) для плотности токов электронов и дырок j_p и добавочного поля записывают так:

$$-j_p(0) = S\Delta p(0); \quad (4) \quad \Delta E(0) = \frac{4\pi e}{\varepsilon} [\alpha_p \Delta p(0) - \alpha_n \Delta n(0)]. \quad (5)$$

где S – скорость поверхностной рекомбинации; α_n, α_p – интенсивности поверхностного прилипания электронов и дырок, соответственно.

Конкретные номограммы зависимости фотопроводимости σ_ϕ^s от изгиба зон y_s (в единицах kT/e) и величины k были построены в [3] для параметров образцов p – CdP₂, использованных в данной работе: длина диффузии неосновных носителей заряда 0,5 мкм, длина экранирования $L_s = 1,5$ мкм; $\varepsilon = 126$ $b = D_n/D_p = \mu_n/\mu_p = 10$; $n_0 = 6,8 \cdot 10^{13}$ см⁻³; $\gamma = 10^2$; $S = 10^3$ см/с; интенсивность поверхностного прилипания неосновных носителей заряда $\alpha_n = 10^3$. Зависимости σ_ϕ^s от y_s рассчитывались по формуле:

$$\sigma_\phi^s = e\mu_p \int_0^l \Delta p(x) dx + e\mu_n \int_0^l \Delta n(x) dx, \quad (6)$$

где l – протяженность области пространственного заряда (ОПЗ).

На рис. 2 изображены теоретические зависимости относительной величины σ_ϕ^s от y_s и результаты эксперимента (величина σ_ϕ^s приведена к $e\mu_n$).

Фотопроводимость возрастает при увеличении истощающих изгибов зон, что вызвано ослаблением рекомбинации в приповерхностной ОПЗ и все большей локализацией неравновесных носителей заряда в ОПЗ. Точками изображены экспериментальные данные.

Видно хорошее согласие результатов теоретического и экспериментального исследования. Небольшие расхождения можно объяснить тем, что в расчете не учитывалась зависимость $S(y_s)$.

На рис. 3 изображены теоретические зависимости приведенной величины σ_ϕ^s от k и результаты эксперимента. При обогащающих изгибах зон и плоских зонах (кривые 1, 2) фотопроводимость падает с ростом k , что вызвано увеличением вклада поверхностного канала рекомбинации при уменьшении глубины поглощения света. При истощающих изгибах зон (кривая 3) фотопроводимость начинает возрастать с ростом k . Интенсивный захват дырок на поверхности удерживает свободные электроны в области приповерхностного пространственного заряда.

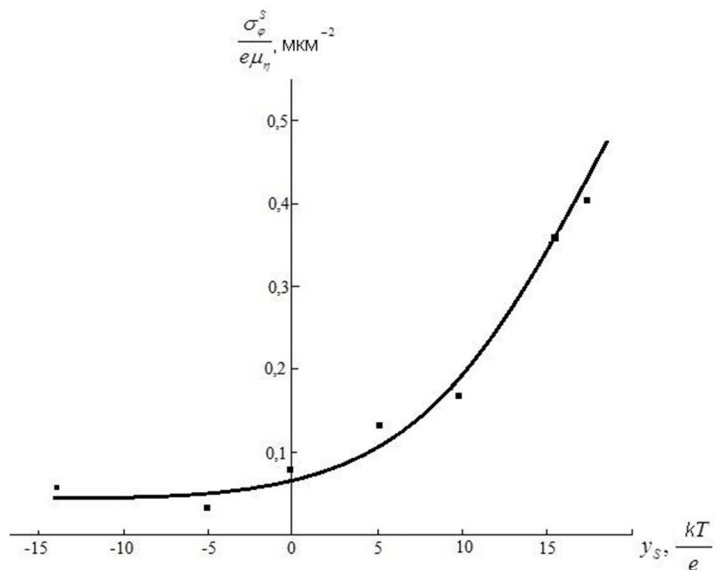


Рис. 2. Зависимость фотопроводимости от изгиба зон и результаты эксперимента

При этом в условиях существенного замедления рекомбинации полем ОПЗ осуществляется результирующее увеличение фотопроводимости.

На рис. 4 изображены экспериментальные люкс-омические характеристики фоторезистора при различных изгибах зон на поверхности. Видно, что с увеличением интенсивности света различие между кривыми 1...4 ослабляется, что обусловлено все большим спрямлением энергетических зон.

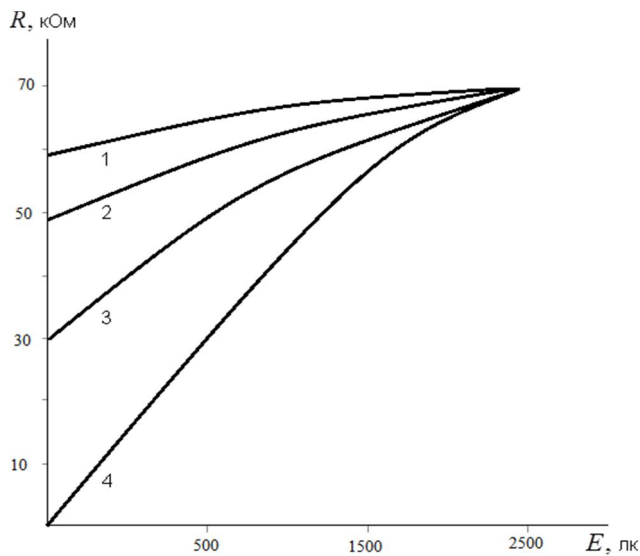


Рис. 4. Экспериментальные люкс-омические характеристики поверхностного фоторезистора y_s : 1) 4; 2) 10; 3) 12; 4) 15.

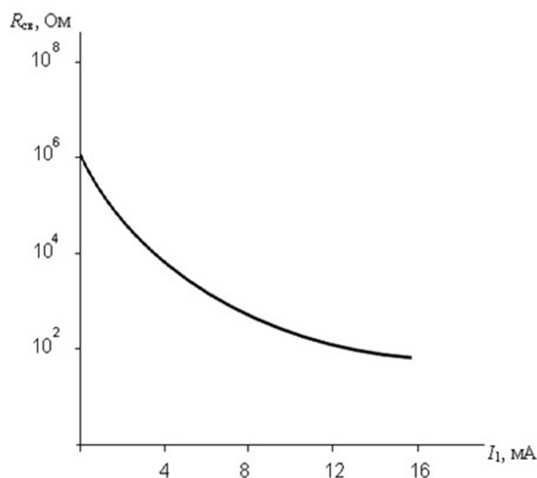


Рис. 5. Зависимость сопротивления фоторезистора от силы тока

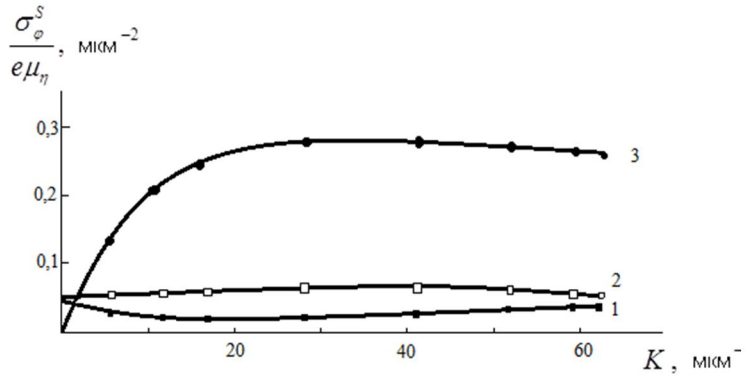


Рис. 3. Зависимости фотопроводимости от коэффициента поглощения: y_s : 1) -5; 2) 0; 3) 15.

Характеристики оптрона. На рис. 5 представлена зависимость сопротивления освещаемого фоторезистора от силы тока на входе оптрона.

На рис.6. изображена частотная зависимость коэффициента передачи по току K_1 , равного отношению тока на выходе оптрона I_2 от I_1 на входе.

Также важной характеристикой оптрона является сопротивление изоляции, которая достигает в данном случае $2 \cdot 10^{12}$ Ом. В результате была исключена обратная связь фоторезистора и светодиода по постоянному току. Далее, проходная емкость достигает величины 1,5 Ф.

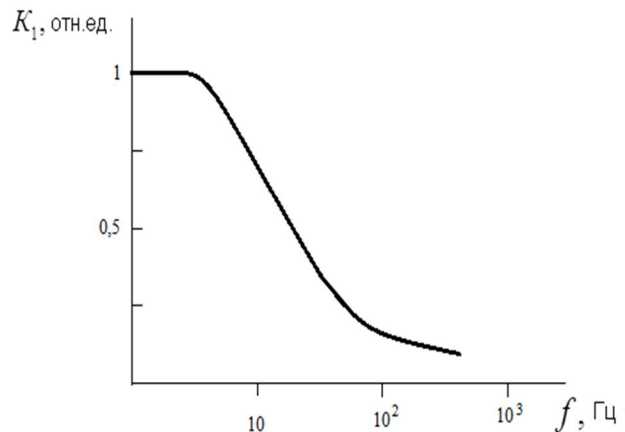


Рис.6. Частотная зависимость коэффициента передачи по току

Выводы. Разработан оптрон на основе кристаллов CdP₂. В качестве фотоприемной части использован поверхностный фоторезистор (система CdS- CdP₂). Характеристики изготовленного оптрона сравнимы с параметрами серийных оптронов, изготовленных на базе кристаллов CdSe, и возможно дальнейшее улучшение его характеристик.

Литература

1. Верещагин И.К. Введение в оптоэлектронику / И.К. Верещагин . – М. Высшая школа, 1991.
2. Чуйко Г. П. Специфика электронных спектров пространственно-модулированных фаз кристаллов класса 422 / Г.П. Чуйко // УФЖ. – 1989. – № 34(2). – С.271-276.
3. Приповерхневі фотоелектричні явища в CdP₂ / [Л.М. Гориня, М.Л. Дмитрук, В.О. Зуєв та інш.] // Фізика і хімія твердого тіла. – 2009. – Т.10, №1. – С.54-58.

УДК 519.68

Гладких В. М., асп. (Одеська національна академія зв'язку ім. О. С. Попова)

СЕГМЕНТАЦІЯ ТЕКСТУ ПОШТОВОГО ПЕРЕКАЗУ

Гладких В. М. Сегментация текста почтового перевода. Запропоновано ефективний та простий метод сегментации текста почтового перевода, написанного від руки друкованими символами. Метод ґрунтується на аналізі взаємного розташування областей, у які вписано символи, та надійно виділяє рядки та слова тексту.

Ключові слова: РОЗПІЗНАВАННЯ СИМВОЛІВ, ПОШТОВИЙ ПЕРЕКАЗ, СЕГМЕНТАЦІЯ

Гладких В. М. Сегментация текста почтового перевода. Предложен эффективный и простой метод сегментации текста почтового перевода, написанного от руки печатными символами. Метод основан на анализе взаимного расположения областей, в которые вписаны символы, и надежно выделяет строки и слова текста.

Ключевые слова: РАСПОЗНАВАНИЕ СИМВОЛОВ, ПОЧТОВЫЙ ПЕРЕВОД, СЕГМЕНТАЦИЯ

Hladkykh V. M. Text segmentation of the postal order. An efficient and simple method for the hand written text segmentation of postal money order proposed. The method is based on an analysis of the mutual arrangement of character areas and reliably identifies lines and words.

Keywords: SYMBOLS RECOGNITION, POSTAL ORDER, SEGMENTATION

Вступ. Дослідження у галузі підвищення ефективності та розширення функціональності систем оптичного розпізнавання символів, незважаючи на значні досягнення, ще й досі залишаються актуальними. Серед множини проблем які вирішуються у ході досліджень слід виділити актуальну задачу сегментации зображення на текстові регіони та тло.

Відомо, що виділення текстових регіонів у зображенні зі складним тлом є досить складною, комплексною задачею. Для вирішення цієї задачі використовуються різні методи. У [1, 2] запропоновано метод надійного виділення тексту за допомогою імпульсного фільтру. Зображення сканується маскою фільтра та виявляються границі символів (імпульси), у околиці імпульсу аналізується зміна яскравості при переході від тло до символу. Цей метод дозволяє виділяти символи та рядки тексту у відео потоці, наприклад титри, банери тощо. Слід підкреслити, що при цьому символи повинні мати товщину від трьох пікселів і більше. У роботі [3] запропоновано метод виділення кольорового тексту, який здійснюється у декілька етапів. Перший етап – це попереднє оброблення зображення для збільшення відмінностей між текстовими блоками та тлом. Другий етап – поділ текстових блоків на зв'язані компоненти з подальшою фільтрацією для видалення компонент що не є текстом. Третій етап – об'єднання зв'язаних компонент у прошарки тексту, з використанням обмежень таких щоб дійсно виділити прошарок реального тексту. Четвертий етап бінаризація - отриманих прошарків тексту.